



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN- TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**

**ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS:**

**NIVELES DE RESISTENCIA DE GENOTIPOS PROMISORIOS DE  
CACAO (*Theobroma cacao* L.), COLECCIÓN ICT PARA  
*Moniliophthora roreri* EN LA REGIÓN SAN MARTÍN.**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**GINA PAOLA SÁNCHEZ TORRES**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2011**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN- TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**


**MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVO**

**TESIS:**

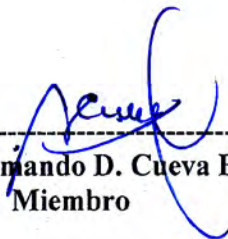
**NIVELES DE RESISTENCIA DE GENOTIPOS PROMISORIOS DE  
CACAO (*Theobroma cacao* L.), COLECCIÓN ICT PARA  
*Moniliophthora roreri* EN LA REGIÓN SAN MARTÍN.**



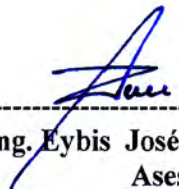
-----  
**Blgo. Dr. Winston F. Ríos Ruiz**  
Presidente



-----  
**Ing. M.Sc. Manuel Doria Bolaños**  
Secretario



-----  
**Ing. M. Sc. Armando D. Cueva Benavides**  
Miembro



-----  
**Ing. Eybis José Flores García**  
Asesor

**TARAPOTO – PERÚ**

**2011**

# DEDICATORIA

## ***A mis queridos Padres:***

Juan Eloy y Estela, con mucho  
Amor quienes hicieron posible  
la culminación de mis estudios  
Universitarios.



A mi esposo José Carlos y a mi  
querida hijita Camila Paola.

## ***A mis hermanas:***

Sally y Patsy que en todo momento me  
brindaron su apoyo tanto moral como  
material.

***A mis sobrinas:*** María  
Fernanda y Andrea Lucia con  
mucho cariño y amor.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Instituto de Cultivos Tropicales ICT, por el financiamiento, asesoramiento y permitirme realizar el presente trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de San Martín UNSM, que a través del Ing. Eybis José Flores García, catedráticos de dicha institución de estudios, ha contribuido en la realización del presente trabajo de investigación.

Ing. M. Sc. Enrique Arévalo Gardini y Ing. M. Sc. Luis Zúñiga Cernades, por su apoyo y confianza en permitirme realizar el presente trabajo de investigación.

Ing. M. Sc. Kadir Márquez Dávila, por ser participe de este trabajo de investigación, como Co-asesora, y su invaluable tiempo dedicado a la culminación, corrección del mismo y en la fase de procesamiento de datos en la parte estadística.

Ing. Ing. M.Sc. Betsabe León Ttaca, por su apoyo en la enseñanza en perfeccionar los protocolos para la realización del trabajo de investigación y en la corrección de la redacción técnica del trabajo.

En especial a José Carlos Rojas García, por el apoyo brindado para la culminación de este trabajo de investigación.

A Delmar A. Olivera Cayotopa Jaime Cayotopa Torres, Mar Asunción Garate Navarro y José Bartra Perea por sus consejos y recomendaciones en la realización del trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros de la universidad, Juan Luis Rodríguez García, Juan A. Cueva Paredes, Marcelino Torres Rojas, Gisnbert Rodríguez Del Castillo, Erick Trigozo Bartra, Jack Flavio Viena Bardales.

A los encargados de campo, quienes me brindaron su apoyo y confianza para realizar el trabajo.

Y, a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la realización y culminación del desarrollo de esta tesis.

## CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Importancia económica del cacao	4
3.2 Enfermedades importantes del cacao	5
3.3 Moniliasis de cacao	5
3.3.1 Etiología	5
3.3.2 Hospedante	5
3.3.3 Origen y Distribución	6
3.3.4 Importancia económica	7
3.3.5 Ciclo biológico y epidemiología de la moniliasis	7
3.3.6 Síntomas	10
3.3.7 Estrategias para el control de la moniliasis en cacao	11
a. Prácticas culturales	12
b. Control químico	12
c. Control biológico	13
d. Resistencia genética	13
3.3.8 Antecedentes de selección de cacao resistentes a la moniliasis	14
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1. MATERIALES	16
4.1.1 Localización del experimento	16
4.1.2 Genotipos de cacao evaluados	17
4.2. MÉTODOS	19
4.2.1 Infección artificial de <i>M. royeri</i>	19
4.2.1.1 Selección de plantas	19
4.2.1.2 Obtención de frutos	19
4.2.1.3 Obtención de inóculo de <i>M. royeri</i>	20
4.2.1.4 Inoculación	22
4.2.1.5 Diseño experimental	22
4.2.1.6 Parámetros a evaluados	23
4.2.1.6.1 Severidad externa	23
4.2.1.6.2 Severidad interna	24
4.2.2 Infección natural de <i>M. royeri</i> .	25
4.2.2.1 Variables ambientales	25
4.2.2.2 Selección de plantas	25
4.2.2.3 Diseño experimental	26
4.2.2.4 Parámetro de evaluación	26
4.2.2.4.1 Incidencia	26
4.2.2.4.2 Área bajo la evaluación de progreso (AUDPC).	26
V. RESULTADOS	27
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	44
VII. CONCLUSIONES	51
VIII. RECOMENDACIONES	53
IX. BIBLIOGRAFÍA	54



### Lista de Cuadros

- Cuadro 1. Genotipos de cacao colección ICT evaluados y su procedencia. p 18
- Cuadro 2. Escala de clasificación de materiales de cacao por su repuesta a la infección de *M. roreri* (Phillips et al, 2005). p 25.
- Cuadro 3. Análisis de varianza de severidad externa en genotipos promisorios de cacao colección ICT con inoculación artificial. p 27.
- Cuadro 4. Análisis de varianza de severidad interna en genotipos promisorios de cacao colección ICT con inoculación artificial. p 31.
- Cuadro 5. Clasificación de genotipos de cacao colección ICT por su repuesta a infección a *M. roreri* según su índice de severidad interna propuesta por Phillips et al, (2005). p 34.
- Cuadro 6. Prueba de H de Kruskal-Wallis para AUDPC obtenidos con datos de incidencia bajo condiciones de infección natural. p 43.

## Lista de Figuras

- Figura 1.** Distribución de los sistemas SAF y ST dentro de la Estación Experimental, “El Choclino”. p 17.
- Figura 2.** Distribución de los genotipos dentro del SAF y ST, en la Estación Experimental, “El Choclino”. p 17.
- Figura 3.** Proceso de obtención de frutos por polinización manual: A). Aislamiento de botón floral femenina, B). Botón floral femenina abierta, C). Flor femenina emasculado, D). Colecta de flor padre. E). Exposición de estambres de flor padre, F). Polinización por contacto, G). Fruto cuajado y H). Fruto cubierto con bolsa de tres meses de edad. p 20.
- Figura 4.** Proceso de obtención de inóculo de *M. roreri*: A). Mazorcas con moniliasis en estado de mancha en hipoclorito de sodio al 2%, B). Secado de mazorca, C). Mazorca enferma en rodajas para su incubación, D). Inóculo de *M. roreri* en condiciones óptimas para su cosecha, E). Cosecha de esporas de *M. roreri* y F). Inóculo en tubos ependor para su transporte a campo. p 21.
- Figura 5.** Inoculación artificial: A). Lavado de mazorca de tres meses de edad; B). Delimitado de área de inoculación; C). Inoculación de conidias de *M. roreri* adheridas a la cabeza de un alfiler entomológico y D). Acondicionamiento de una cámara húmeda. p 22.
- Figura 6.** Escala para determinar la severidad externa de la moniliasis del cacao propuesta por Brenes, 1983: A). Grado cero, B). Grado 1, C). Grado 2, D). Grado 3, E). Grado 4 y F). Grado 5. p 24.
- Figura 7.** Escala para determinar la severidad externa propuesta por Sánchez, et al 1987: A). Grado cero, B). Grado 1, C). Grado 2, D). Grado 3, E). Grado 4 y F). Grado 5. p 24.
- Figura 8.** Severidad externa de 39 genotipos de cacao colección ICT, inoculados artificialmente con *M. roreri*. Las barras con letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan para la comparación múltiple de medias ( $P=0.05$ ). p 30.
- Figura 9.** Severidad interna de 39 genotipos de cacao colección ICT, inoculados artificialmente con *M. roreri*. Las barras con letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan para la comparación múltiple de medias ( $P=0.05$ ). p 34.
- Figura 10.** Calificación de la resistencia a *Moniliophthora roreri*. A. Resistente; B. Moderadamente resistente; C. Moderadamente susceptible y D. susceptible. p 37.



**Figura11.** Fluctuación de la temperatura y las precipitaciones pluviales durante el periodo de evaluación de incidencia de la moniliasis del cacao (Febrero, 2010 – Julio, 2011), en la EE-El Choclino. p 39.

**Figura12.** Fluctuación de la humedad relativa y las precipitaciones pluviales durante el periodo de evaluación de incidencia de la moniliasis del cacao (Febrero, 2010 – Julio, 2011), en la EE-El Choclino. p 39.

**Figura13.** Incidencia de la moniliasis durante 17 meses de evaluación bajo las condiciones de EE-El Choclino. p 41.



## RESUMEN

El Perú, son escasos los trabajos orientados a la selección de genotipos con resistencia a la moniliasis y otras enfermedades, sin embargo, en los últimos años se hicieron trabajos de colección de cacao en cuencas del Ucayali y Huallaga, para seleccionar genotipos promisorios de cacao colección ICT con niveles superiores de resistencia a *M. royeri*. Los genotipos fueron evaluados, mediante infección artificial y bajo condiciones de infección natural en la EE-EI Choclino, manejado bajo el sistema tradicional (TS). Para Inoculación Artificial se inoculo el patógeno en frutos de tres meses de edad obtenidas por polinización controlada, después de ocho semanas de inoculado fueron evaluados la severidad externa (SE) y interna (SI) del fruto. los genotipos ICT- 2161 y ICT- 2504 fueron calificados como susceptibles ( $ISI > 3,76$ ), ICT-1281; ICT-2702; ICT-2174; ICT-2705; ICT-2173; ICT-1026 y ICT-1382 moderadamente susceptible ( $3,75 > ISI > 2,51$ ) y ICT-2171; ICT-2315; ICT-1104; ICT-2492; ICT-1189; ICT-1414; ICT-2501; ICT-2175; ICT-2165; ICT-2825; ICT-2703 y ICT-2152 moderadamente resistente ( $2,51 > ISI > 1,25$ ). Mientras los genotipos ICT-2821; ICT-1043; ICT-1561; ICT-1087; ICT-1251; ICT-1506; ICT-1187; ICT-1292; ICT-1182; ICT-1092; ICT-2824; ICT-1176; ICT-2653; ICT-2142; ICT-2172; ICT-1112; ICT-2823 y ICT-2163 se clasificaron como resistentes ( $1,25 > ISI > 0,0$ ). Para Infección Natural las evaluaciones de moniliasis fue cada 30 días. Se calculo la incidencia y el AUDPC. Los genotipos ICT- 1026; ICT- 1043; ICT- 1187; ICT- 1251; ICT- 1292; ICT- 1382; ICT- 1414; ICT- 2161; ICT- 2165; ICT- 2174; ICT- 2315; ICT- 2504; ICT- 2821 y ICT- 2825 con AUDPC  $< 50$ , mostraron resistencia a *M. royeri*. Mientras los genotipos ICT- 1043, ICT-1187, ICT- 1251, ICT- 1292, ICT- 2821 se clasificaron como resistentes a la infección de *M. royeri* tanto para inoculo artificial y natural.

## SUMMARY

In Peru, very few studies have focused on the selection of genotypes with resistance to frosty pod and other diseases, however, in recent years did work cocoa collection basin of the Ucayali and Huallaga, to select promising genotypes of cacao collection ICT with higher levels of resistance to *M. royeri*. The genotypes were evaluated by artificial infection under natural infection conditions in the U.S.-The Choclino, managed under the traditional system (TS). Artificial inoculation inoculum for the pathogen in fruits of three months of age obtained by controlled pollination, eight weeks after inoculation were evaluated external severity (ES) and internal (SI) of the fruit. genotypes and ICT-2161 y ICT-2504 were classified as susceptible ( $ISI > 3,76$ ), ICT-1281; ICT-2702; ICT-2174; ICT-2705; ICT-2173; ICT-1026 and ICT-1382 moderately susceptible ( $3,75 > ISI > 2,51$ ) and ICT-2171; ICT-2315; ICT-1104; ICT-2492; ICT-1189; CT-1414; ICT-2501; ICT-2175; ICT-2165; ICT-2825; ICT-2703 and ICT-2152 moderately resistant ( $2,51 > ISI > 1,25$ ). genotypes while ICT-2821; ICT-1043; ICT-1561; ICT-1087; ICT-1251; ICT-1506; ICT-1187; ICT-1292; ICT-1182; ICT-1092; ICT-2824; ICT-1176; ICT-2653; ICT-2142; ICT-2172; ICT-1112; ICT-2823 and ICT-2163 were classified as resistant ( $1,25 > ISI > 0,0$ ). For Natural infection was moniliasis assessments every 30 days. We calculated the incidence and AUDPC. genotypes ICT-1026; ICT-1043; ICT-1187; ICT-1251; ICT-1292; ICT-1382; ICT-1414; ICT-2161; ICT-2165; ICT-2174; ICT-2315; ICT-2504; ICT-2821 and ICT-2825 with AUDPC  $< 50$ , showed resistance to *M. royeri*. While genotypes, ICT-1043, ICT-1187, ICT-1251, ICT-1292, ICT-2821 were classified as resistant to infection with *M. royeri* both artificial and natural inoculum.

## I. INTRODUCCIÓN

“El cacao (*Theobroma cacao* L) es una planta nativa de “América Tropical”, su centro de origen probablemente sea el noreste de Sudamérica en los bosques Ecuatoriales de la región amazónica” (Cuatrecasas, 1964). “Actualmente el cacao es cultivado en 7 983 625 ha de tierras tropicales en el mundo” (FAO, 2009), “Se estiman pérdidas entre 10 a 20 % de la producción mundial de cacao a causa de las enfermedades y las más importantes son: la moniliasis (*Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.) Evans *et al.*), escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa* (stahel) Aime & Phillips- Mora) y pudrición parda (*Phytophthora palmivora* (Bult) Bult.) (Suarez y Aránzazu, 2010).

Sólo la moniliasis del cacao, en general constituye una amenaza seria a los ingresos económicos de los cacaoteros del Perú y América Latina (Soria, 2004). Hasta ahora los nuevos germoplasmas de cacao disponible no pueden resolver las demandas de incremento de la productividad y resistencia y/o tolerancia a esta enfermedad. A consecuencia de esto en América, la producción del cacao ha caído en un 75 % en los últimos 16 años (Fuell, 2003); “En el Perú la producción de cacao supera las 56 500 mil toneladas métricas y los cultivos se extienden a 80 000 mil hectáreas en producción (APPCACAO, 2011). Por lo tanto, el Perú tiene el potencial de ser un productor importante a largo plazo, si los problemas de esta enfermedad pueden ser controlados.

La moniliasis en el Perú fue detectada por primera vez en setiembre de 1988, en Bagua grande y Jaén (Hernández *et al*, 1990). Actualmente esta enfermedad se encuentra en todas las zonas Cacaoteras del Perú, excepto en San Alejandro – Ucayali,

Quillabamba – Cusco, Madre de Dios y también otras zonas en la frontera con Brasil, que aún no se ha confirmado la presencia de la moniliasis (Ríos, 2004)

El manejo de la moniliasis del cacao ha recibido importancia considerable (Evans and Prior, 1987; Purdy and Schmidt, 1996). Actualmente, hay cuatro estrategias importantes que pueden ser adoptadas: fitosanitación, control químico, resistencia genética, y control biológico. Los esfuerzos de identificación genotipos resistentes y/o tolerantes y de alta productividad continúan (Melgar y Dueñas, 2007).

El Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) - Tarapoto esta evaluando 44 genotipos de cacao promisorios denominado colección ICT, que fueron seleccionados por su característica de alta productividad y resistencia fenotípica a sus tres principales patógenos en las cuencas de los ríos Ucayali y Huallaga (Arévalo *et al*, 2005). El ICT está evaluando también, la productividad y características morfofisiológicas en condiciones de la Estación Experimental “El Choclino”.

El presente trabajo de investigación sobre infección natural y artificial en moniliasis en materiales genéticos de cacao seleccionado y promisorio de origen amazónico contribuirá en el manejo integrado del cacao.



## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Seleccionar genotipos promisorios de cacao colección Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) con niveles superiores de resistencia a *Moniliophthora roreri*.

### 2.2 Objetivos específicos

- Determinar los niveles superiores de resistencia de genotipos promisorios de cacao colección Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) para *Moniliophthora roreri* por infección artificial.
- Seleccionar los genotipos promisorios de cacao colección Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) para *Moniliophthora roreri* bajo condiciones de infección natural.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Importancia económica del cacao

El cacao es un cultivo estrictamente tropical, pero se elabora y consume más en regiones tropicales, principalmente como bebida estimulante y como alimento energético (chocolate) por su contenido de teobromina y trazas de cafeína. La grasa es un subproducto importante para elaboración de cosméticos y productos farmacéuticos (León, 2000).

La producción de cacao en el Perú llega a las 56 500 mil toneladas métricas, y las zonas productoras se ubican en la parte baja de la vertiente oriental de los Andes, siendo las principales zonas de producción de cacao: el valle del Huallaga (Huánuco y San Martín); el Valle del Río Apurímac y Ene (VRAE) en Junín, Ayacucho y Cusco; el valle de la Convención (Cusco); el valle del Tambo (Junín); el valle del Marañón (Cajamarca y Amazonas); así como los valles de las regiones de Tumbes y Piura (APPCACAO, 2011).

En San Martín las áreas con cacao se han incrementado en estos últimos años hasta 6 846,50 ha, mayor a las otras regiones también productoras de cacao, el año 2009 la producción alcanzo 12 440,22 tm (DEA - San Martín, 2010), actualmente existen aproximadamente 29 561,5 ha sembradas con rendimiento promedio de 793,45 kg/ha. Según la capacidad de uso mayor de los suelos en San Martín, existe un potencial entre 155 000 a 190 000 ha aptas para el cultivo de cacao (MINAG, 2004), que de ser cubiertas ubicarían a San Martín como el

primer productor de cacao en el Perú y al Perú como el tercer productor a nivel latinoamericano (ICCO, 2003).

### **3.2 Enfermedades importantes del cacao**

En cacao la “moniliasis” causada por *Moniliophthora roreri*, escoba de bruja causados por *Moniliophthora perniciosa* y pudrición parda causados por *Phytophthora palmivora*, principalmente son las enfermedades de mayor importancia (Pereira, 2000 y Melgar & Dueñas, 2007). Además existe la presencia esporádica del “mal de machete” (*Ceratocystis fimbriata*), “pie negro” (*Roselinia bunodes*), enfermedades que incidentalmente provocan la muerte de algunos árboles pero que no generan pérdidas significativas en la producción (Rodríguez *et al*, 2005).

### **3.3 Moniliasis de cacao**

#### **3.3.1 Etiología**

La moniliasis causada por *Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.) Evans, este hongo pertenece a la clase Basidiomycetes, orden Agaricales y familia Tricholomataceae (Aime y Phillips- Mora, 2005).

#### **3.3.2 Hospedante**

*M. roreri* afecta frutos de especies de *Theobroma* (*T. cacao*; *T. angustifolium*; *T. bicolor* y *T. gileri*) y *Herrania* (*H. balaensis*; *H. nítida*; *H. purpurea* y *H. pulcherrima*) (Porrás, 1982). Este patógeno Solamente han

sido encontrados atacando frutos de *Theobroma* y *Herrania*, ambas de la familia Sterculiaceae (Najar y Thomas, 2001).

### 3.3.3 Origen y Distribución

Inicialmente se consideró a Ecuador como el probable centro de origen de la moniliasis del cacao. Sin embargo, Phillips–Mora (2003), mediante estudios de genética poblacional, usando marcadores moleculares, demostraron que la región geográfica del noreste de Colombia contiene la mayor diversidad genética que supera a la encontrada en Ecuador, por lo que ubica a esta área como el centro de origen más probable.

La moniliasis actualmente está restringida a América (Phillips-Mora *et al*, 2007) donde ésta, ha sido sucesivamente reportada en 11 países sobre un periodo de casi 200 años, comenzando en Colombia en 1817 (Phillips–Mora, 2003), Ecuador en 1917 (Rorer, 1918), Venezuela en 1941 (Muller, 1941) y en el Perú en 1950 (McLaughlin, 1950). La aparición de la moniliasis en Panamá en 1956 (Orellana 1956) marcó una etapa de significativa expansión del hongo y este ha sido dispersado a través de Mesoamérica. Durante los últimos 50 años *M. roreri* se dispersó más de 2 500 km abarcando seis países: Costa Rica en 1978 (Enríquez y Suárez, 1978), Nicaragua en 1980 (López y Enríquez, 1980), Honduras en 1997 (Porrás y Enríquez, 1998), Guatemala en el 2002 (Phillips-Mora y Wikilson, 2007), Belice en el 2004 (Phillips-Mora *et al.*, 2006b) y México en el 2005 (Phillips-Mora *et al.*, 2006a), alcanzando así

el límite norte del cultivo de cacao en el continente americano y existe el peligro inminente de que pase a la amazonia brasileña (Rodríguez *et al*, 2005).

#### **3.3.4 Importancia económica**

La pérdida que puede ocasionar la moniliasis es muy variable, dependen principalmente de las condiciones climáticas y del manejo de las plantaciones (Campuzano 1980, Barros 1966).

En los países productores de cacao, ésta enfermedad constituye uno de los principales factores limitantes de producción porque afecta principalmente mazorcas; En una plantación de cacao sin manejo, la moniliasis puede destruir los frutos hasta un 95 %, es decir de cada 100 frutos sólo 5 podrían ser aprovechados (FHIA, 2003).

En Ecuador y Colombia la enfermedad ha ocasionado pérdidas en la producción entre 16- 80 % (Barros, 1982; Porras y Sánchez, 1991; Najar y Thomas 2001) con promedios que fluctúan de 20 a 30 % anual (DELGADO, 1993).

#### **3.3.5 Ciclo biológico y epidemiología de la moniliasis**

El ciclo del patógeno dura entre 50 y 75 días, desde la infección hasta completar la esporulación (Hernández, 1996 y Arévalo, 1992). Las esporas que se producen sobre las mazorcas enfermas son fácilmente transportadas por el viento, el hombre y otros agentes, hacia las



mazorcas sanas donde se reinicia la enfermedad (Aránzazu, 1988; Suarez y Aránzazu, 2010). Las infecciones son producidas únicamente por conidias, nunca por el micelio (Suárez, 1972 y Hernández, 1996). El patógeno infecta frutos de cacao en cualquier estado de desarrollo; para la germinación e infección exitosa, las conidias requieren de agua y ambiente saturado mínimo de 5 a 8 horas (Brenes, 1983). La penetración se realiza directamente a través del exocarpo, especialmente por la base de los pelos glandulares ocasionalmente por las estomas (Enríquez, 1983; Flores & Galindo, 1998 y Rodríguez *et al*, 2005). Dentro del tejido el hongo crece intercelularmente y emite conidióforos ramificados para su propagación interna, posteriormente emite hifas infectivas para penetrar las células, entre 25 a 30 días después podemos observar la manifestación de síntomas en las mazorcas (Rodríguez *et al*, 2005).

El patógeno no requiere de heridas mecánicas o producidas por insectos para penetrar e infectar las mazorcas (Franco, 1958). Recientes estudios han establecido que las esporas que permanecen en frutos momificados pendientes de los árboles, conservan su viabilidad hasta por 8 a 9 meses después, por lo que éstas se consideran como principal fuente de inóculo primario; en cambio, si las mazorcas son desprendidas y colocadas en el suelo la viabilidad disminuye rápidamente desapareciendo en 2 a 3 meses (Aránzazu, 1982 y Ram, 1989). La mayor ocurrencia de conidias en el aire se observa durante el día, siendo mínima durante las horas de

mañana (Porras & González, 1984). Se ha establecido una correlación positiva entre la cantidad de lluvia y la cosecha de mazorcas enfermas 3 a 4 meses después, lo que concuerda con relación al tiempo que tarda la expresión de síntomas (Desrosiers, *et.al.*, 1955). Un fruto infectado es capaz de producir entre 6 a 7 billones de conidias durante 20 períodos de esporulación en 80 días (Ram, 1989).

Entre los factores que favorecen el desarrollo de *M. royeri* se encuentran: temperatura, comprendida entre 25 y 30 °C y la humedad relativa mayor a 80 %; estos factores determinan altas tasas de infección con carácter de epidemia durante las fases de floración y fructificación del árbol (Evans, 1981).

La incidencia y severidad de la enfermedad dependen principalmente de las condiciones ambientales (temperatura y humedad) así como del manejo de la plantación y susceptibilidad del huésped (Sánchez, 1982).

Aunque no se ha determinado experimentalmente el papel exacto que juega la lluvia, la humedad relativa y la temperatura en el desarrollo de la enfermedad, se ha observado que las lluvias intensas y frecuentes, una humedad relativamente alta y un ambiente húmedo de la plantación, proporcionado por exceso de sombra y poca aireación, favorecen la frecuencia e intensidad del ataque (Barros, 1977). Sin embargo estas condiciones no se pueden generalizar, pues aparentemente, aquellas condiciones que favorecen la germinación y penetración del hongo, son

en algunos casos diferentes de las que favorecen la liberación y diseminación del inóculo (Porrás, 1982 ). *M. royeri* prospera de 0 a 1520 msnmm, con precipitación anual de 780 a 5 500 mm (Phillips- Mora, 2003), Temperatura entre 25°-30 °C y una humedad relativa por encima del 80 % (Rodríguez *et al*, 2005).

### **3.3.6 Síntomas**

La moniliasis, aparentemente sólo se presenta en frutos, pero a nivel de laboratorio se ha logrado infectar semillas y plántulas (Evans, 1981). Los frutos pueden ser infectados en cualquier estado de desarrollo, siendo los de mayor susceptibilidad frutos menores de 3 meses de formación; los síntomas varían de acuerdo a la edad de la mazorca y al genotipo.

El síntoma inicial de la enfermedad es la deformación de frutos jóvenes que se da 30 días después de la infección. Luego se puede observar la aparición de pequeños puntos aceitosos los que coalescen para formar una mancha de color marrón típica de la enfermedad después de 15 a 20 días; sobre la mancha marrón, se forma de 4 a 8 días después una capa de micelio blanquecino que cubre gradualmente a todo el fruto, 3 a 4 días después se llena de esporas secas del hongo, tomando una coloración cremosa. En este estado las esporas se desprenden fácilmente y pueden ser dispersados por el viento, insectos, animales y el hombre, principalmente. Si el fruto afectado no es removido en las semanas siguientes pierde agua y se momifica; cuando los frutos son afectados

cerca de la madurez las lesiones son restringidas en tamaño. Los síntomas internos de frutos infectados manifiestan una pudrición acuosa y el peso es mayor al de los frutos sanos. En frutos afectados secos se puede observar esporulación interna (Arévalo, 1992; Arévalo *et al*, 2004; Rodríguez *et al*, 2005).

### **3.3.7 Estrategias para el control de la moniliasis en cacao**

El manejo de la moniliasis del cacao ha recibido importancia considerable (Evans and Prior, 1987; Purdy and Schmidt, 1996). El enfoque actual de manejo de la moniliasis es considerado en forma integral, a través del manejo integrado de plagas (MIP) mediante el empleo de medidas culturales (fitosanitación), control químico, resistencia genética y control biológico para reducir la incidencia de plagas y enfermedades del cultivo, considerando las condiciones de clima, microclima, fenología del cultivo y epidemiología de las enfermedades en la región. Estas prácticas deben ser efectuadas de acuerdo a un calendario de manejo integrado ajustada de acuerdo a cada zona de producción, con lo que se espera incrementar la productividad a niveles entre 700 y 1 000 kg/ha, dependiendo de la densidad y manejo (Arévalo *et al*, 2004).

#### **a. Prácticas culturales**

Esta actividad es la más importante para reducir la incidencia de la moniliasis y otras enfermedades del cacao, dentro de las prácticas culturales se considera el desbrotamiento o deschuponamiento, poda

de árboles, polinización, control de malezas, abonamiento o fertilización y prácticas fitosanitarias que involucra la remoción de tejidos enfermos y su tratamiento (Arévalo, 1992).

#### **b. Control químico**

El uso de productos químicos resulta antieconómico e ineficaz (Jorgensen, 1970). Sin embargo el control químico, a base de productos de cobre, que es un control preventivo complementario al cultural, es opcionalmente recomendable para plantaciones altamente productivas de 1 000 a más kg/ha y donde la altura y arquitectura de los árboles sea adecuada y la fructificación se concentre en los dos primeros tercios del árbol. En el caso de efectuar aplicaciones, estas deben realizarse solamente durante los tres meses de máxima fructificación y desarrollo de frutos (Hernández, 1996). Entre los fungicidas para el control de la moniliasis se encuentra: clorotalonil pero debido a su costo, su uso se restringe a fincas de alto potencial de producción; sulfato de cobre + cufraneb podría usarse más ampliamente, en particular en áreas donde además de la moniliasis, haya incidencia apreciable de pudrición parda (Arévalo et al, 2004)

#### **c. Control biológico**

SENASA ha realizado ensayos de control biológico para la moniliasis y otras enfermedades del cacao usando aislamientos de *Trichoderma virens* y *T. stronmaticum* en Huánuco, Cusco y VRAE, los resultados



no satisfacen las expectativas que permitan su recomendación de uso (Paredes, 2003).

Sin embargo en condiciones de laboratorio se han encontrado resultados satisfactorios. *Pseudomonas* spp *in vitro* inhibió el crecimiento micelial de *M. roreri*, a nivel de campo también se obtuvo similar resultado al fungicida clorotalonil (Galindo y Enriquez, 1984).

En los últimos años se está trabajando con hongos endófitos aislados de cacao nativo con buenos resultados a nivel de laboratorio, entre ellos destacan *Trichoderma* sp (Arévalo et al, 2010) y *Clonostachys* sp (Márquez-Dávila et al, 2010)

#### **d. Resistencia genética**

El empleo de variedades resistentes es uno de los métodos más convenientes de control de las enfermedades, por su efectividad y bajo costo (Melgarejo, 1997). En caso de cacao, la resistencia genética involucra el uso de clones y híbridos tolerantes y/o resistentes. Hasta el momento no se ha reportado genotipos de cacao con resistencia a las tres enfermedades principales del cacao: moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda. Sin embargo existen clones nacionales e internacionales con cierto grado de tolerancia que podrían utilizarse dentro de un programa de manejo integrado (Arévalo et al, 2004).

### 3.3.8 Antecedentes de selección de cacao resistentes a la moniliasis

Los esfuerzos de identificación de genotipos resistentes y/o tolerantes y de alta productividad continúan (Melgar y Dueñas, 2007). En Colombia los últimos cinco años vienen seleccionando materiales regionales e introducidos (denominados universales), a la fecha corroboraron que ICS-95 es una fuente de resistencia a *M. royeri*, además los materiales regionales como CAU-39 y CAU-43 fueron clasificados como resistentes. Mientras CCN-51 se comporta como resistente o moderadamente resistente dependiendo del sitio donde se encuentra establecido (Suarez y Aránzazu, 2010).

En Tingo María fueron evaluados 14 clones de cacao para determinar la respuesta a la infección con *M. royeri*, de estos ISC-95 y IMC-67 se comportaron como resistentes, mientras los demás clones; Pound-7, EET-400, ISC-8, SCA-6, UF-613, UF-650, EET-228, ISC-6, ISC-39, SCA-12, ISC-1, se comportaron como susceptibles (Sanchez, 1995; Rivas, 1996 y Ríos, 2004). Sin embargo Ríos (2004) clasificó a IMC-67 como susceptible a demás de UF-667, UF 29, Pound 12, CCN-51 y UF-296.

Aránzazu *et al* (2009), agrupa diferentes clones de cacao en tres rangos de incidencia a la moniliasis; baja (ICS-95, CCN-51, CAU-37, CAU-39, CAU-43, FSA-12, PLE-2), media (FLE-3, FSA-13, FTA-1, IMC-67, SCC-61, FTA-2, TSH-792, TSH-812, ISC-6, FSA-11) y alta (ISC-1, ISC-39, ISC-60, MON-1, TSH-565, FEAR-5, EET-8, UF-613 y CAP-34).

Cárdenas y Giraldo (1986), clasificó a IMC-67 y Pound-7 como resistentes a *M. roreri* por infección artificial, mientras a EET-96, EET-48, UF-613, TSA-654 y SCA-6 como susceptibles y a ISC-6 como muy susceptibles.

Entre los genotipos disponibles ICS-39, ICS-95, EET-400, CCN-51 son considerados como resistentes, CAP-34 y ICS-60 moderadamente resistentes, UF-613 y IMC-67 tolerantes, EET-62, ICS-60 y ICS-6 susceptibles, y TSA-641, TSA-654, TSH- 792, TSH-565 e ICS-1 muy susceptibles (Arguello, 1997). Sin embargo estos genotipos no cubren las expectativas del mercado internacional. La búsqueda de nuevos genotipos de cacao resistentes a la moniliasis no ha tenido resultados satisfactorios, a pesar del esfuerzo de varios países.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 4.1. MATERIALES

#### 4.1.1 Localización del experimento

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental “El Choclino” (Figura 1), donde se encuentra instalado el banco de germoplasma de cacao con 44 genotipos de la colección ICT, estos fueron colectados y seleccionados por su alta producción y resistencia a enfermedades. Los genotipos se encuentran manejados bajo el sistema tradicional (ST) y sistema agroforestal (SAF). Además cuentan con siete clones nacionales y nueve clones internacionales, distribuidos en tres bloques por sistemas (Figura 2). Geográficamente está ubicada a 06° 28' 37,3" latitud sur y a 76° 19' 54,6" longitud oeste. El rango de altitud va desde 500 a 530 msnmm., con un área de 8,4 ha y un perímetro de 1 432 m. El relieve del área es de pendiente ligera a 3% (2 ha); pendiente moderada a 8% (3,5 ha); y pendiente marcada a 25% (2,90 ha). Este fundo corresponde a un bosque secundario de 25 años con suelos de reacción ácida.



Figura 1:  
Distribución de los sistemas SAF y ST dentro de la Estación Experimental "El Chocllino".

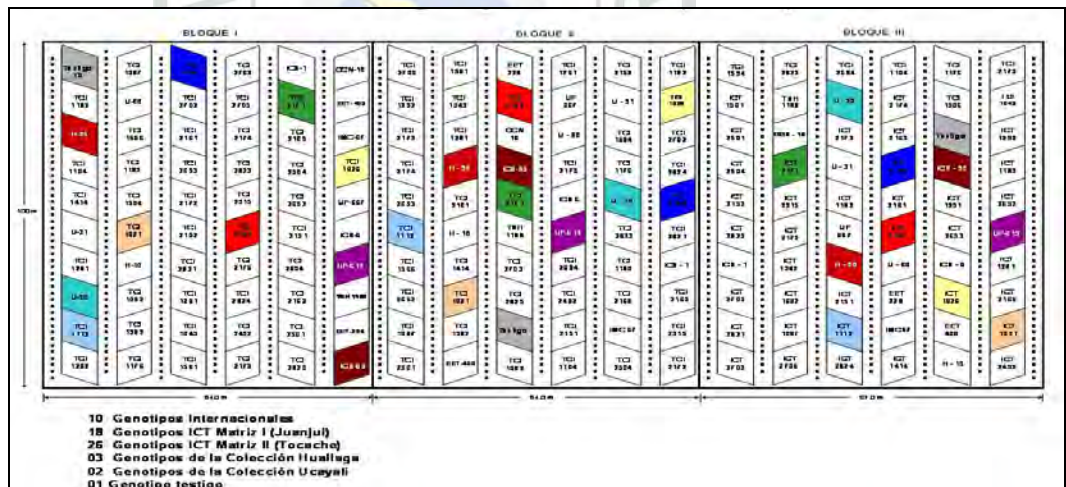


Figura 2:  
Distribución de los genotipos dentro del SAF y ST, en la Estación Experimental "El Chocllino"

#### 4.1.2 Genotipos de cacao evaluados

Fueron evaluados 39 genotipos de cacao colección ICT (Cuadro 1), estos fueron colectados en parcelas de los agricultores de Tocache y Juanjui, estos inicialmente fueron seleccionados por sus características fenotípicas de productividad y resistencia a las principales enfermedades.

Como testigo resistente se usó ICS-95 y como susceptible EET-400.



Cuadro 1. Genotipos de cacao colección ICT evaluados y su procedencia.

Nº	Genotipo	Procedencia
1	ICT-1026	Juanjui (Huicungo)
2	ICT-1043	Juanjui (Pajarillo)
3	ICT-1087	Juanjui (Dos Unidos)
4	ICT-1092	Juanjui (Retama)
5	ICT-1104	Juanjui (Dos Unidos)
6	ICT-1112	Juanjui (Aucararca)
7	ICT-1176	Juanjui (Aucararca)
8	ICT-1182	Juanjui (Soledad)
9	ICT-1187	Juanjui (Soledad)
10	ICT-1189	Juanjui (Soledad)
11	ICT-1251	Juanjui (Pachiza)
12	ICT-1281	Juanjui (T. Saposoa)
13	ICT-1292	Juanjui (La Isla)
14	ICT-1382	Juanjui (La Libertad)
15	ICT-1414	Juanjui (Zanja Seca)
16	ICT-1506	Juanjui (La Isla)
17	ICT-1561	Juanjui (Huayranga)
18	ICT-2142	Tocache (Alto almendra)
19	ICT-2152	Tocache (Alto almendra)
20	ICT-2161	Tocache
21	ICT-2163	Tocache
22	ICT-2165	Tocache
23	ICT-2171	Tocache (Alto almendra)
24	ICT-2172	Tocache (Alto almendra)
25	ICT-2173	Tocache (Alto almendra)
26	ICT-2174	Tocache (Alto almendra)
27	ICT-2175	Tocache (Alto almendra)
28	ICT-2315	Tocache (Bolivar)
29	ICT-2492	Tocache (Loboyacu)
30	ICT-2501	Tocache (Shapajilla)
31	ICT-2504	Tocache (Shapajilla)
32	ICT-2653	Tocache (Alto almendra)
33	ICT-2702	Tocache (Bambamarca)
34	ICT-2703	Tocache (Bambamarca)
35	ICT-2705	Tocache (Bambamarca)
36	ICT-2821	Tocache (rivera del Huallaga)
37	ICT-2823	Tocache (rivera del Huallaga)
38	ICT-2824	Tocache (rivera del Huallaga)
39	ICT-2825	Tocache (rivera del Huallaga)
40	EET-400	Ecuador
41	ICS-95	Trinidad/ Tobago

## **4.2. MÉTODOS**

### **4.2.1 Infección artificial de *M. roreri***

#### **4.2.1.1 Selección de plantas**

Dentro de cada unidad experimental por genotipos se eligió tres plantas y en estos tres cojines florales donde se realizaron las polinizaciones manualmente para la obtención de frutos.

#### **4.2.1.2 Obtención de frutos por polinización**

En cada cojín floral seleccionado, un día antes de efectuar la polinización manual se aislaron botones florales fisiológicamente maduros con tubos de polietileno de 2 cm de diámetro y siete cm de longitud, uno de los extremos del tubo fue cubierto con una malla fina para evitar el ingreso de insectos y el extremo opuesto fue adherido al tallo con ayuda de una plastilina y sujetado con liga (Figura 3A). El proceso de polinización se realizó cuando los botones florales estuvieron abiertos (Figura 3B) y entre 7:30 a.m y 12:00 p.m, siguiendo el procedimiento siguiente:

Como flor masculino se usó a IMC-67 y como femenina a los genotipos en evaluación. La flor madre fue emasculada (se eliminaron los estambres) (Figura 3C) después se colectó la flor masculino (Figura 3D) previamente fueron eliminados los pétalos, la conchuela y estaminoides para descubrir sus estambres (Figura 3E)

y elegir anteras en buenas condiciones con polen de color blanco cremoso, descartando las de color pardo y amarillento, estos fueron frotados suavemente contra el pistilo de la flor madre para polinizarla (Figura 3F). Luego la flor polinizada fue cubierta de nuevo con el tubo por dos semanas (Figura 3G) (Arévalo et al, 2004), después el fruto fue cubierto con bolsa de polipropileno 10 x 15 cm transparente hasta que complete los tres meses de edad (Figura 3H).

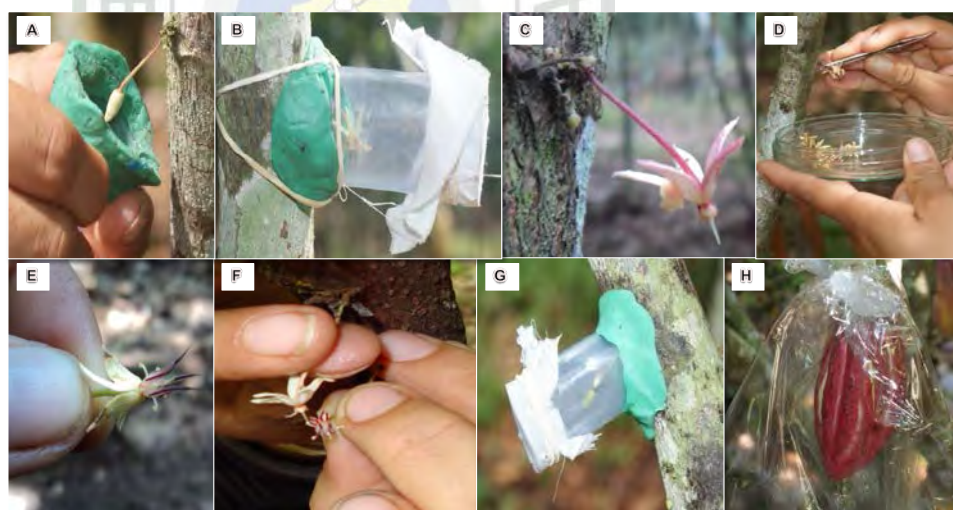


Figura 3:  
Proceso de obtención de frutos por polinización manual: A). Aislamiento de botón floral femenina, B). Botón floral femenina abierta, C). Flor femenina emasculada, D). Colecta de flor padre. E). Exposición de estambres de flor padre, F). Polinización por contacto, G). Fruto cuajado y H). Fruto cubierto con bolsa de tres meses de edad.

#### 4.2.1.3 Obtención de inóculo de *M. roreri*

Para la obtención de inóculo de *M. roreri* fueron colectadas mazorcas de cacao con moniliasis en estado de mancha, estas

fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 2 % por cinco minutos, después fueron lavadas tres veces con agua destilada estéril (ADE) (Figura 4A). Posteriormente la superficie de la mazorca fue secada dentro de una cámara de flujo laminar (Figura 4B), después se realizaron rodajas y estas fueron puestas en incubación dentro de placas Petri 15 x 80 mm estériles a temperatura ambiente aproximadamente por cuatro días (Figura 4C). Cuando el hongo alcanzó su madurez sobre los discos (esporulación cremosa) (Figura 4D), las esporas fueron cosechadas con ayuda de una espátula estéril en placa Petri 15 x 80 mm (Figura 4E), y de éstas el inóculo fue almacenado en tubos Ependorf (Figura 4F) para su transporte a campo (Merchán, 1981).

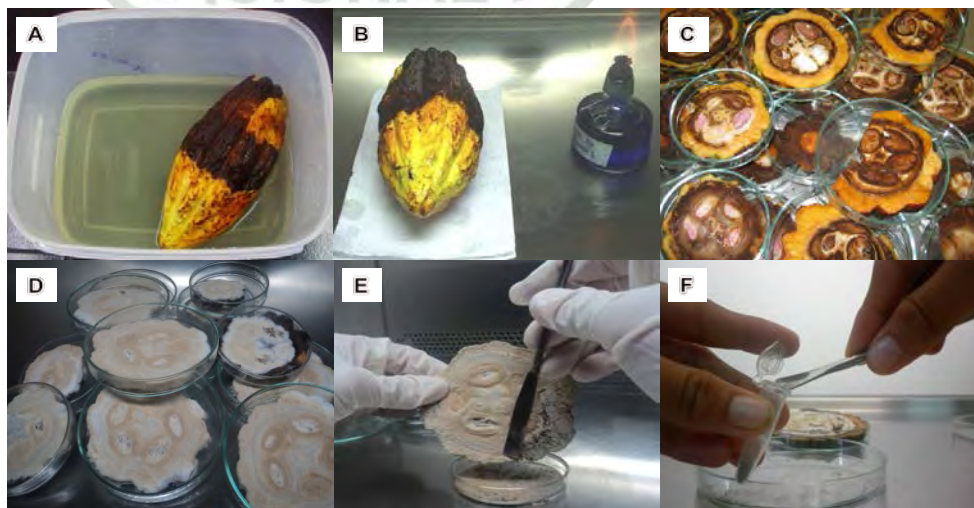


Figura 4:

Proceso de obtención de inóculo de *M. royeri*: A). Mazorcas con moniliasis en estado de mancha en hipoclorito de sodio al 2%, B). Secado de mazorca, C). Mazorca enferma en rodajas para su incubación, D). Inóculo de *M. royeri* en condiciones óptimas para su cosecha, E). Cosecha de esporas de *M. royeri* y F). Inóculo en tubos endendorf para su transporte a campo.



#### 4.2.1.4 Inoculación

El proceso de inoculación se realizó a mazorcas de cacao de tres meses de edad. Las mazorcas de cacao fueron lavadas con ADE (Figura 5A), después se delimitó un área de dos cm de diámetro con esmalte (Figura 5B), esta área fue humedecida con ADE, donde se inóculo esporas de *M. royeri* a una concentración de  $1 \times 10^6$  unidades formadoras de colonia por centímetro cúbico (ufc.cc<sup>-1</sup>) adheridas a la cabeza de un alfiler entomológico (Figura 5C), finalmente se acondicionó una cámara húmeda para favorecer la germinación de las esporas (Figura 5D)(Rivas, 1997)



Figura 5:

Proceso de inoculación artificial: A). Lavado de mazorca de tres meses de edad; B). Delimitado de área de inoculación; C). Inoculación de conidias de *M. royeri* adheridas a la cabeza de un alfiler entomológico y D). Acondicionamiento de una cámara húmeda

#### **4.2.1.5 Diseño experimental**

Los genotipos en evaluación se encuentran distribuidos bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Cada bloque cuenta con 41 genotipos cada genotipo con una unidad experimental y por unidad experimental se obtuvo tres frutos. Análisis estadístico: la unidad estadística que se utilizó para el análisis de variancia (ANVA) fue el promedio de la severidad externa y interna de los frutos por cada planta de cada genotipo. fue estimada con el paquete estadístico INFOSTAT. Los valores obtenidos según la escala de evaluación de 0-5 grados, fueron convertidos a porcentajes, y estos a su vez fueron transformados a arco seno  $\sqrt{x+0,5}$ .

#### **4.2.1.6 Parámetros evaluados**

##### **4.2.1.6.1 Severidad externa**

Después de 60 días de inoculado el patógeno se evaluó la severidad externa (SE). La SE fue determinada con la ayuda de la escala propuesta por Brenes (1983), donde: grado 0 indica fruto sano, grado 1 puntos aceitosos, grado 2 tumefacción o clorosis, grado 3 mancha chocolate-necrosis, grado 4 micelios hasta un 25 % sobre la mancha y grado 5 micelios > 25 % sobre la mancha (Figura 6).



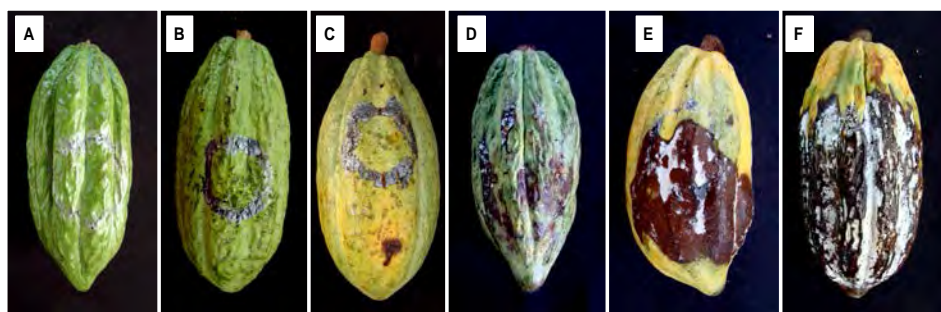


Figura 6:

Escala para determinar la severidad externa de la moniliasis del cacao propuesta por Brenes, 1983: A). Grado cero, B). Grado 1, C). Grado 2, D). Grado 3, E). Grado 4 y F). Grado 5.

#### 4.2.1.6.2 Severidad interna

Después de 60 días de inoculado el patógeno, se cosechó las mazorcas, para realizar un corte horizontal y se evaluó la severidad interna (SI) de la mazorca. Con la escala propuesta por Sánchez *et al* (1987), donde: grado 0 indica cero área necrosada, grado 1 entre 1 a 20 % del área necrosada, grado 2 entre 21 a 40 % área necrosada, grado 3 entre 41 a 60% área necrosada, grado 4 entre 61 a 80 % área necrosada y grado 5 mayor a 80 % área necrosada (Figura 7).

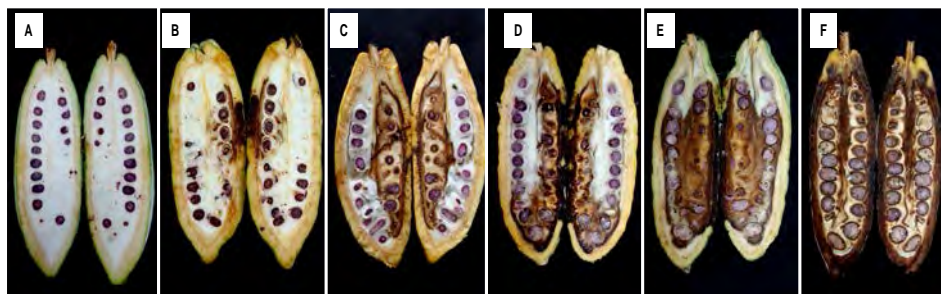


Figura 7:

Escala para determinar la severidad externa propuesta por Sánchez, et al 1987: A). Grado cero, B). Grado 1, C). Grado 2, D). Grado 3, E). Grado 4 y F). Grado 5.

Cuadro 2. Escala de clasificación de materiales de cacao por su repuesta a la infección de *M. royeri* (Phillips et al, 2005).

Clasificación ISI	RANGO
Resistente;	0 - 1,25
Moderadamente Resistente	1,26 - 2,50
Moderadamente susceptible	2,51 - 3,75
Susceptible	3,76 - 5,0

#### 4.2.2 Infección natural de *M. royeri*.

##### 4.2.2.1 Variables ambientales

Durante el periodo de evaluación de incidencia de la moniliasis del cacao en los genotipos en evaluación fueron registradas las variables atmosféricas de: humedad relativa (HR), temperatura y precipitación pluvial (PP).

##### 4.2.2.2 Selección de plantas

Los genotipos en evaluación se encuentran distribuidos en el sistema tradicional (ST), con tres bloques. Dentro de los bloques se encuentra todos los genotipos y cada genotipo cuenta con diez plantas por unidad experimental, de estas fueron seleccionadas cinco plantas al azar y de estas se eligió una rama representativa. En esta rama se registró los datos de incidencia mensualmente durante un año y medio (febrero, 2010 a agosto, 2011).

#### 4.2.2.3 Diseño experimental

Los genotipos en evaluación se encuentran distribuidos bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones.

#### 4.2.2.4 Parámetro de evaluación

##### 4.2.2.4.1 Incidencia

La incidencia fue determinada en frutos de cacao cada mes de evaluación y consistió en calcular el porcentaje de frutos enfermos en relación al total de frutos evaluados siguiendo la fórmula descrito abajo:

$$I = \frac{\text{Nº Mazorcas con moniliasis}}{\text{Nº Mazorcas evaluadas}} \times 100$$

##### 4.2.2.4.2 Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC).

Con los datos de las evaluaciones de incidencia se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (Area Under Disease Progress Curve) o AUDPC. Con los datos de AUDPC se realizó el análisis de variancia para dato no paramétrico y la prueba de H de Kruskal –Wallis (Córdova, 2002).

$$\text{AUDPC} = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{X_{t+1} + X_t}{2} \right) (D_{t+1} - D_t) \right]$$

## V. RESULTADOS

### 5.1. Infección artificial de *M. royeri*

La reacción de los genotipos de cacao colección ICT evaluados indica diferencias significativas entre severidad externa (Cuadro 3) e interna (Cuadro 4).

#### 5.1.1. Severidad externa

El análisis de variancia (ANVA) para severidad externa indica diferencia significativas entre genotipos no se encontró significancia estadística. Para el caso de repeticiones con 15,52 % de coeficiente de variabilidad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de variancia de severidad externa en genotipos promisorios de cacao colección ICT con inoculación artificial.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Genotipo	13,12	40	0,33	6,09	<0,0001*
Bloque	0,0031	2	0,0016	0,03	0,9714
Error	4,31	80	0,05		
Total	17,43	122			

El genotipo ICT-1506 obtuvo el menor índice de severidad externa (0,5), seguido de ICS-95 con 0,6; sin diferencias estadísticas significativa con los genotipos; CT-1182; ICT-2821; ICT-2824; ICT-1092; ICT-1176; ICT-1251; ICT-1112; ICT-1187; ICT-1292; ICT-1043; ICT-2171; ICT-2172; ICT-1561; ICT-2823; ICT-1087; ICT-2163 y ICT-2174, con índice de severidad externa que fluctuaron entre 0,7 y 1,6;

pero estos genotipos si muestran diferencias estadísticas significativas con los demás genotipos evaluados. Estos resultados indican mayores niveles de resistencia a la infección del patógeno, comportándose como genotipos resistentes a pre-penetración de *M. roreri* (Figura 8). Sin embargo a estos genotipos se les puede agrupar como genotipos resistentes a la pre-infección por *M. roreri*.

Los genotipos ICT-2173; ICT-1382; ICT-2705; ICT-2504; ICT-1281 y ICT-2152 obtuvieron los índices de severidad externa más altos (4,7; 4,3; 4,2; 4,0; 3,6 y 3,4 respectivamente), estos genotipos no muestra diferencias estadísticas entre ellas, pero si con los demás genotipos evaluados. Los valores altos del índice de severidad externa en estos genotipos, indican su comportamiento como susceptibles a la infección por *M. roreri* (Figura 8).

También podemos observar que el genotipo ICT-2161 (2,8) muestra diferencias estadísticas significativas con el genotipo ICT-2173, pero sin diferencias significativas con los genotipos ICT-1382; ICT-2705; ICT-2504; ICT-1281 y ICT-2152, lo que indica que el genotipo ICT-2161 muestra mayor tolerancia a la infección por *M. roreri*, comportamiento que puede catalogarlo como moderadamente susceptible (Figura 8).

Los genotipos con valores intermedios (2,6 y 1,7) de índice de severidad externa, indica que los genotipos; ICT-2702; ICT-2175; ICT-

2165; ICT-2492; ICT-1026; ICT-2825; ICT-2315; EET-400; ICT-1414; ICT-1104; ICT-2501; ICT-1189; ICT-2142; ICT-2653 y ICT-2703) son tolerantes a la infección por *M. royeri*.

Del total de frutos inoculados con *M. royeri* el 90,87 % presentaron síntomas externos de la enfermedad, el síntoma externo más frecuente fue los puntos aceitosos hasta 54,89 % y fueron observados en mayor frecuencia en los genotipos ICT-1182; ICT-1506 y ICS-95; ICT-1176; ICT-2821; ICT-1043 y ICT-1187, mientras la clorosis (amarillamiento) o manchas pardas fueron observadas con frecuencia del 13,85 % y predominaron en los genotipos ICT-2504; ICT-2702; ICT-1026; ICT-2165 y ICT-2492. Mientras los frutos con el signo de la enfermedad solo fueron observados en 8,28 % y fueron más frecuentes en los genotipos ICT-1281; ICT-1382; ICT-2152; ICT-2705 y ICT-2173.



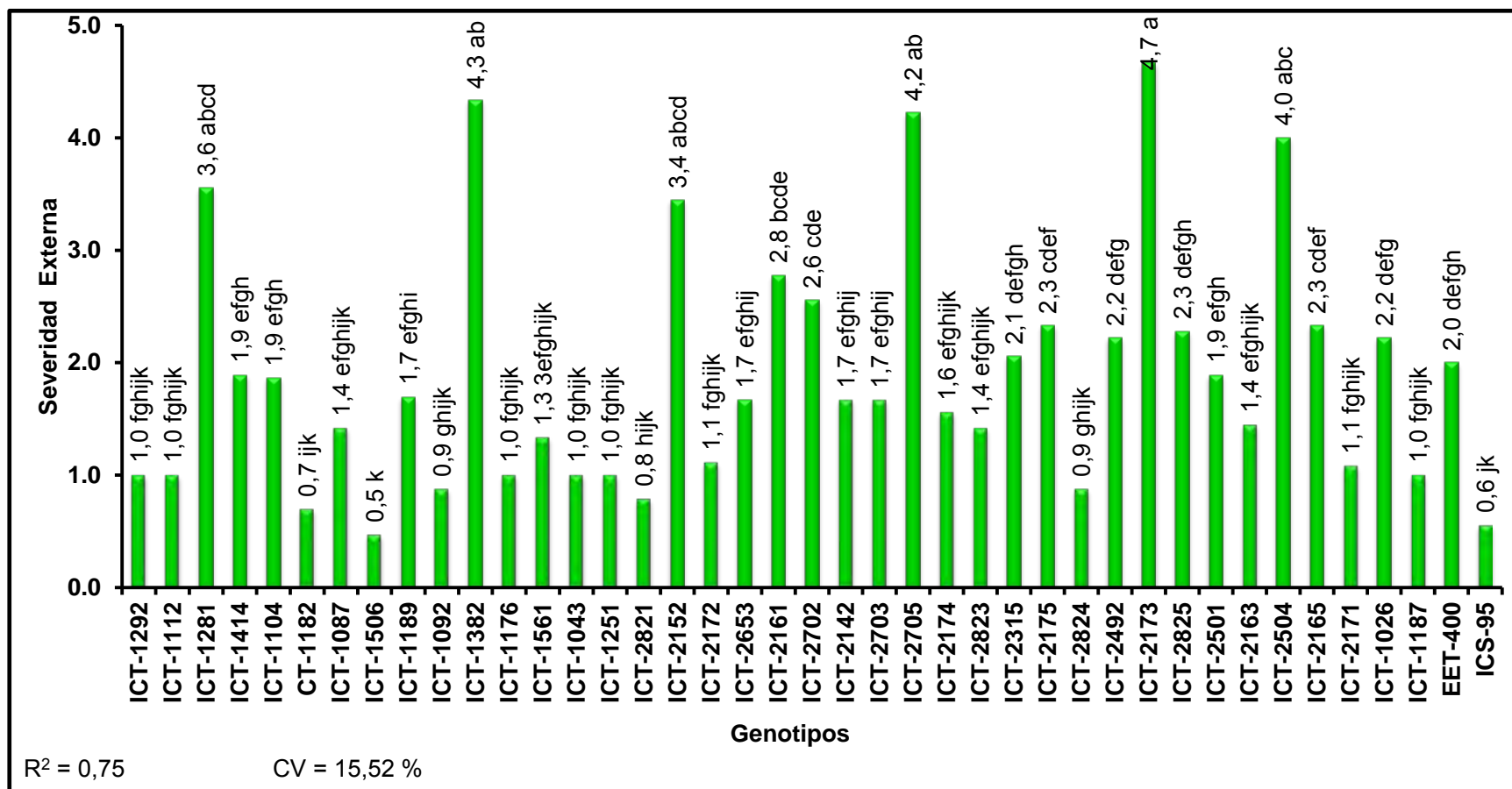


Figura 8.

Severidad externa de 39 genotipos de cacao colección ICT, inoculados artificialmente con *M. royeri*. Las barras con letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan para la comparación múltiple de medias ( $P=0.05$ )

### 5.1.2. Severidad interna

Según el cuadro de análisis de variancia (Cuadro 4) para severidad interna por infección artificial nos indica que existen diferencias significativas entre genotipos. Para el caso de repeticiones no se encontró significancia estadística, indica homogeneidad entre repeticiones. En el registro de datos para esta variable se alcanzó el coeficiente de variabilidad de 19,47 %, por lo tanto los datos son confiables, con precisión de 96 %.

Cuadro 4. Análisis de varianza de severidad interna en genotipos promisorios de cacao colección ICT con inoculación artificial.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Genotipo	54668,04	40	1366,7	49,8	<0,0001 *
Bloque	5,16	2	2,58	0,09	0,9104
Error	2195,46	80	27,44		
Total	56868,67	122			

Los genotipos de cacao colección ICT; ICT-2821; ICT-1043; ICT-1561; ICT-1087; ICT-1251; ICT-1506; ICT-1187; ICT-1292; ICT-1182; ICT-1092; ICT-2824; ICT-1176; ICT-2653; ICT-2142; ICT-2172; ICT-1112; ICT-2823; ICT-2163 y los testigos ICS-95 (resistente) y EET-400 (susceptible) con severidad interna que fluctuaron entre 0,01 y 0,2 fueron superiores significativamente con respecto a los demás genotipos evaluados, pero estos genotipos no muestran diferencias estadísticas entre ellas. Estos resultados

indican mayores niveles de resistencia a la infección del patógeno, comportándose como genotipos resistentes a pos-penetración de *M. roreri* (Figura 9). Estos genotipos pueden ser agrupados como resistentes a pos-infección por *M. roreri*.

También los genotipos ICT-2171; ICT-2315; ICT-1104; ICT-2492; ICT-1189 y ICT-1414 con índice de severidad interna entre 1,26 y 1,8 sin diferencias significativas entre ellas pero si con los demás, muestran resistencia a la pos-infección de *M. roreri* en segundo orden y pueden ser clasificados como genotipos con resistencia moderada a *M. roreri* (Figura 9). Mientras los genotipos ICT-2501; ICT-2175; ICT-2165; ICT-2825; ICT-2703 y ICT-2152, según la prueba de Duncan forman el tercer grupo homogéneo con severidad interna entre 2,0 y 2,49 indican que estos genotipos muestran tolerancia al pos-infección por *M. roreri* y pueden ser clasificados como moderadamente susceptibles.

También se agrupó el cuarto homogéneo, conformados por ICT-1281; ICT-2702; ICT-2174; ICT-2705; ICT-2173; ICT-1026 y ICT-1382 con 2,91; 3; 3,21; 3,5; 3,53; 3,58 y 3,66 de severidad interna, respectivamente. Estos resultados muestran su susceptibilidad a la pos-infección por *M. roreri* y pudiendo ser clasificados como genotipos susceptibles (Figura 9).

Los genotipos ICT-2504 y ICT-216 obtuvieron significativamente valores más altos de severidad interna respecto a los demás (3,77 y 4,16 respectivamente), pero sin diferencias estadísticas entre ellas. Los valores altos de severidad interna en estos genotipos, indican su alta susceptibilidad a la infección por *M. roreri* (Figura 9).



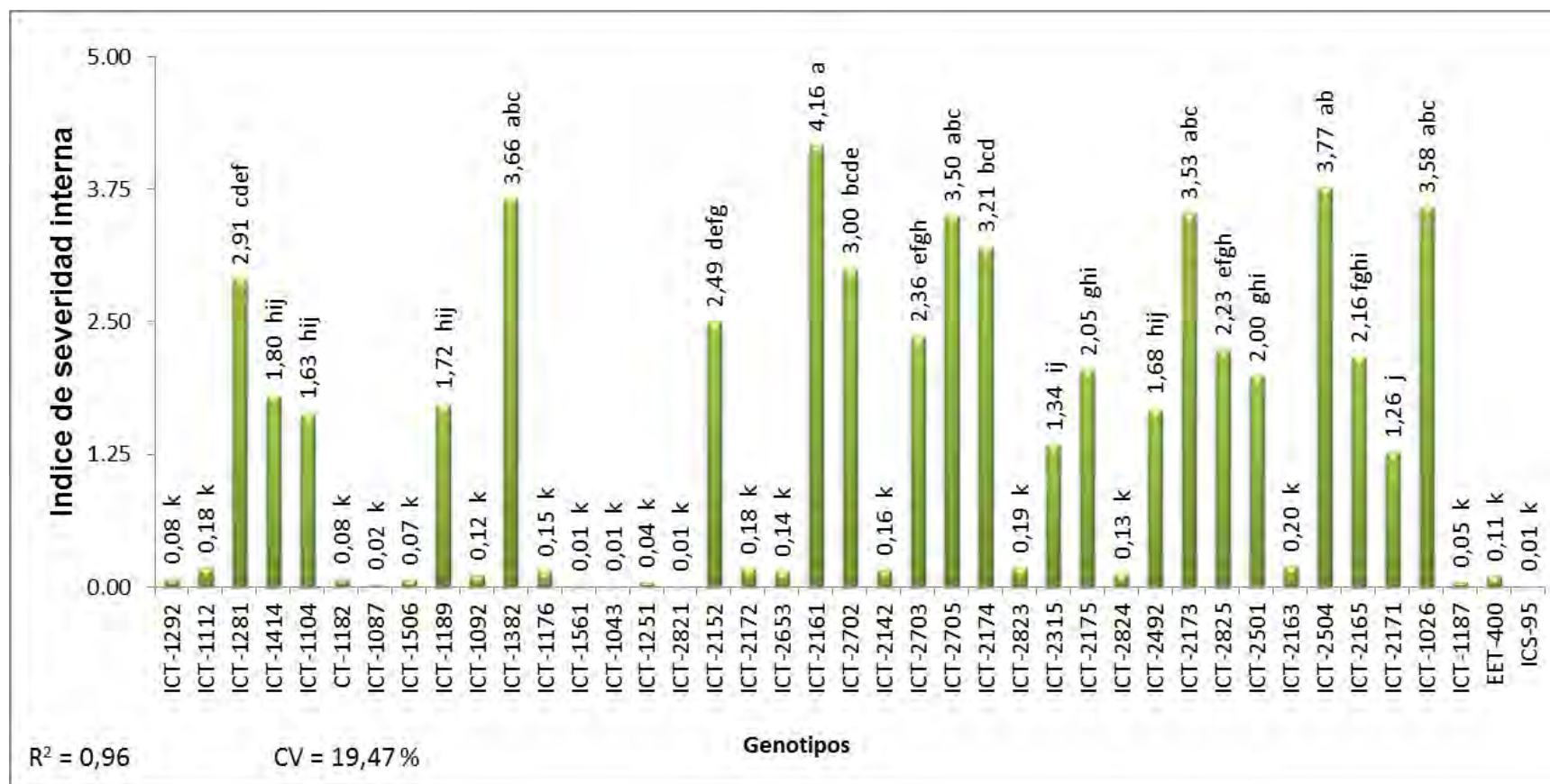


Figura 9.

Severidad interna de 39 genotipos de cacao colección ICT, inoculados artificialmente con *M. royeri*. Las barras con letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan para la comparación múltiple de medias ( $P=0.05$ ).

### 5.1.3. Clasificación de genotipos por su respuesta a la infección por *M. royeri*

La escala propuesta por Phillips *et al*, (2005), se clasificó a 18 genotipos colección ICT como resistentes a la infección por *M. royeri* (ICT-2821; ICT-1043; ICT-1561; ICT-1087; ICT-1251; ICT-1506; ICT-1187; ICT-1292; ICT-1182; ICT-1092; ICT-2824; ICT-1176; ICT-2653; ICT-2142; ICT-2172; ICT-1112; ICT-2823 y ICT-2163) con índice de severidad interna (ISI) de 0,01 – 0,20 (Cuadro 5). Como moderadamente resistentes a 12 genotipos (ICT-2171; ICT-2315; ICT-1104; ICT-2492; ICT-1189; ICT-1414; ICT-2501; ICT-2175; ICT-2165; ICT-2825; ICT-2703 y ICT-2152) con ISI entre 1,26 – 2,49. Así mismo como moderadamente susceptibles a siete genotipos (ICT-1281; ICT-2702; ICT-2174; ICT-2705; ICT-2173; ICT-1026 y ICT-1382) con ISI entre 2,91 – 3,66 y como susceptibles solamente a dos genotipos (ICT-2504 y ICT-2161) con ISI de 3,77 y 4,16, respectivamente (Cuadro 5)



Cuadro 5. Clasificación de genotipos de cacao colección ICT por su repuesta a infección a *M. royeri* según su índice de severidad interna propuesta por Phillips et al, (2005).

Genotipo	ISI	Clasificación
ICT-1292	0,08	R
ICT-1112	0,18	R
ICT-1281	2,91	S
ICT-1414	1,80	MR
ICT-1104	1,63	MR
CT-1182	0,08	R
ICT-1087	0,02	R
ICT-1506	0,07	R
ICT-1189	1,72	MR
ICT-1092	0,12	R
ICT-1382	3,66	S
ICT-1176	0,15	R
ICT-1561	0,01	R
ICT-1043	0,01	R
ICT-1251	0,04	R
ICT-2821	0,01	R
ICT-2152	2,49	MS
ICT-2172	0,18	R
ICT-2653	0,14	R
ICT-2161	4,16	S
ICT-2702	3,00	MS
ICT-2142	0,16	R
ICT-2703	2,36	MR
ICT-2705	3,50	MS
ICT-2174	3,21	MS
ICT-2823	0,19	R
ICT-2315	1,34	MR
ICT-2175	2,05	MR
ICT-2824	0,13	R
ICT-2492	1,68	MR
ICT-2173	3,53	MS
ICT-2825	2,23	MR
ICT-2501	2,00	MR
ICT-2163	0,20	R
ICT-2504	3,77	S
ICT-2165	2,16	MR
ICT-2171	1,26	R
ICT-1026	3,58	MS
ICT-1187	0,05	R
EET-400	0,11	R
ICS-95	0,01	R

R = Resistente; MR = Moderadamente resistente; MS = Moderadamente susceptible; S = Susceptible.

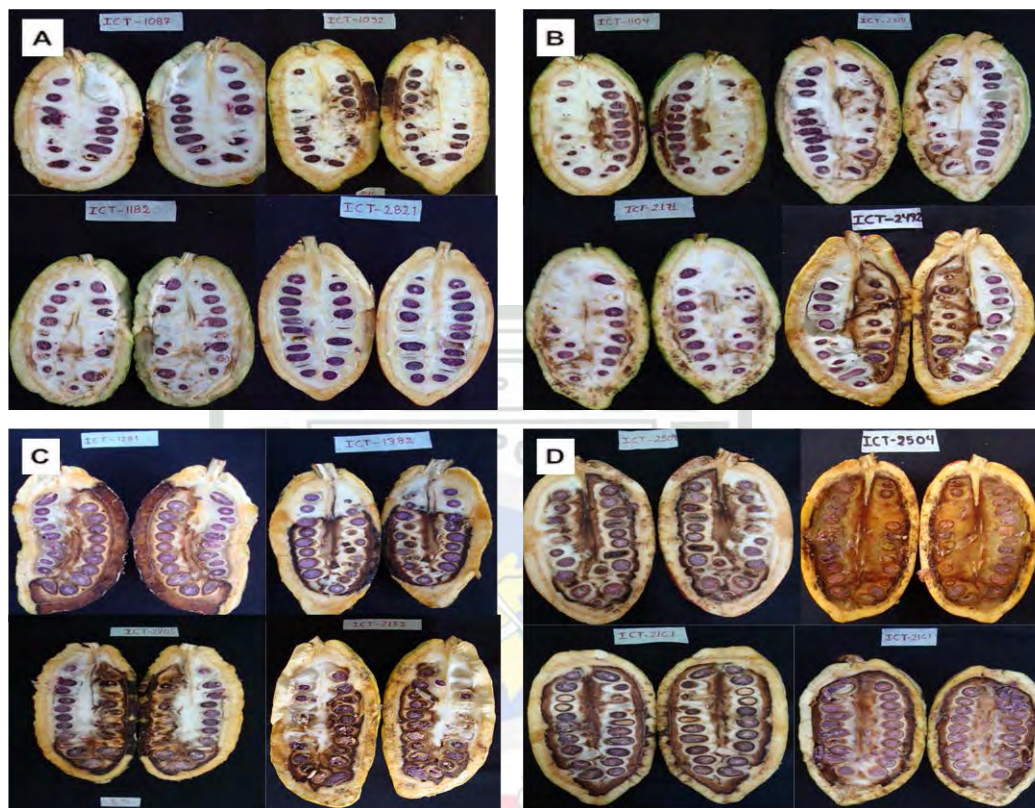


Figura 10:  
calificación de acuerdo a su niveles de resistencia a la infección de *moniliophthora roreri*. A. Resistente; B. Moderadamente resistente; C. Moderadamente susceptible y D. susceptible.

## 5.2. Infección natural de *M. roreri*.

### 5.2.1 Variables Ambientales.

Durante el periodo de evaluaciones (Febrero, 2010 – Julio, 2011), las condiciones medioambientales fueron favorables para la infección de *M. roreri* para las condiciones de la EE-El Choclino. En este periodo la Temperatura mínima fue de 22,8 °C, máxima 27 °C con una media de 25,4 °C. La Humedad Relativa mínima fue de 72 %, máxima 86,2 % con media de 80,1 %. Mientras la Precipitación

Pluvial mínima acumulada del mes fue de 3,4 mm, máxima 157 mm con media de 72,2 mm y el acumulado del periodo fue 1372 mm.

La temperatura más alta se registró al inicio de las evaluaciones de incidencia de la moniliasis, hasta julio, 2010 la tendencia fue de descenso, después se incrementó manteniéndose por encima de 25,6 °C de agosto, 2010 hasta febrero, 2011, a partir de ésta fecha la temperatura decreció (Figura 11).

Al inicio la PP acumula por mes estuvo por encima de 40 mm, y en marzo, 2010 se registró la PP más alta del periodo de evaluación (157 mm), después disminuyó paulatinamente hasta julio donde se registró la PP más bajo del periodo de evaluación (3,4mm), de nuevo en noviembre la PP se incrementó hasta 144,6 mm, posteriormente fue disminuyendo y en enero, 2011 se registró 26,84 mm, después fue incrementándose paulatinamente hasta abril, 2011 a partir de esta fecha las PP fueron disminuyendo pero fueron mayores respecto a los mismos meses del 2010 (Figuras 11 y 12).

La HR más alta se registró en abril, 2010 después decreció paulatinamente hasta agosto y se mantuvo constante hasta octubre, en noviembre se registró ligero incremento, después disminuyó hasta enero del 2011 y se registró la humedad más baja (72,8 %), a partir de esta fecha la HR fue incrementándose paulatinamente hasta el término de las evaluaciones y se registro 86,2 % de HR

(julio, 2011). La HR tuvo comportamiento similar al de PP, los meses con mayor PP coinciden con los meses con mayor porcentaje de HR (Figura 12).

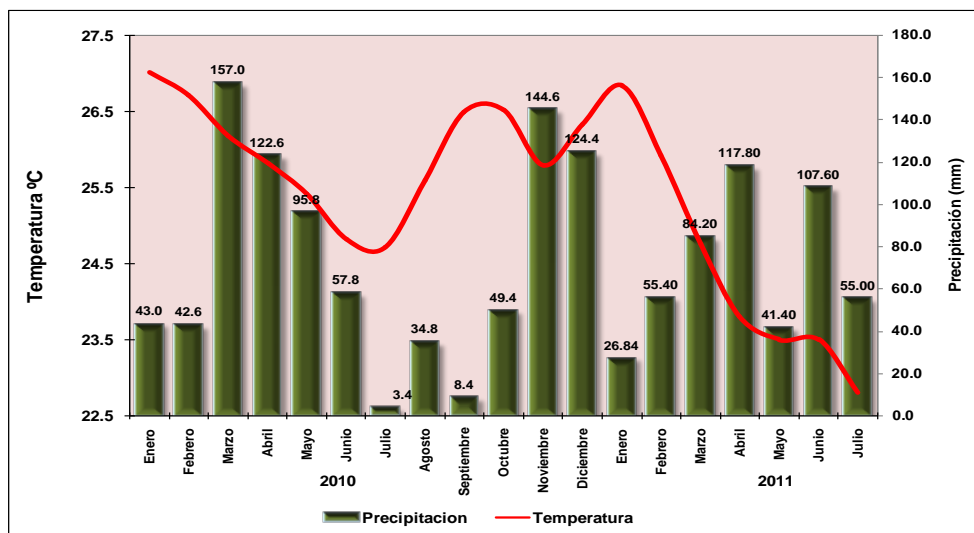


Figura 11:  
Fluctuación de la temperatura y las precipitaciones pluviales durante el periodo de evaluación de incidencia de la moniliasis del cacao (Febrero, 2010 – Julio, 2011), en la EE-El Choclino.

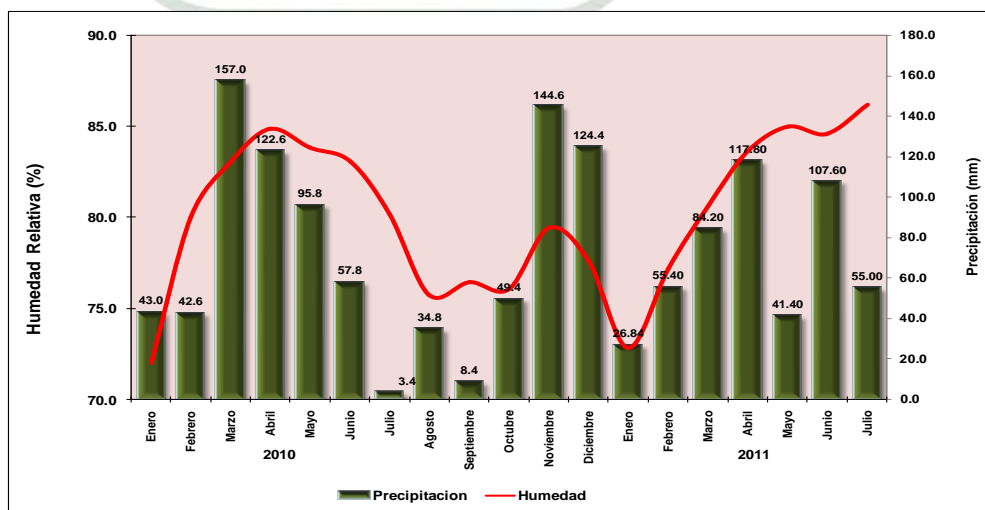


Figura 12:  
Fluctuación de la humedad relativa y las precipitaciones pluviales durante el periodo de evaluación de incidencia de la moniliasis del cacao (Febrero, 2010 – Julio, 2011), en la EE-El Choclino.

### 5.2.2 Incidencia de *M. roleri*

Durante el periodo de evaluación (febrero, 2010 a julio, 2011) de la incidencia de la moniliasis bajo las condiciones de infección natural en la EE-EI Choclino, la incidencia de la enfermedad estuvo distribuida en dos estaciones definidas, en el 2010 la primera fue de febrero a abril y una segunda entre setiembre y octubre. Sin embargo las incidencias más altas fueron registradas en los meses de setiembre y octubre del 2010 con una incidencia de 2,79 % y 2,29 %, siendo las más altas del periodo. Después la incidencia, disminuyo drásticamente en noviembre del 2010, con tendencia de descenso hasta enero de año próximo.

Sin embargo durante los primeros siete meses del 2011, la distribución de la incidencia de la enfermedad fue similar al mismo periodo del 2010. El incremento de la enfermedad se inicio en febrero y en marzo, alcanzando el porcentaje más alto (0,85 %), en adelante la tendencia de la enfermedad fue de mantenerse en ascenso entre junio-julio del 2011 (Figura 12).

En términos generales la incidencia de la enfermedad estuvo asociado a los cambios de las condiciones medio ambientales durante el año principalmente; humedad relativa, precipitación pluvial y temperatura.



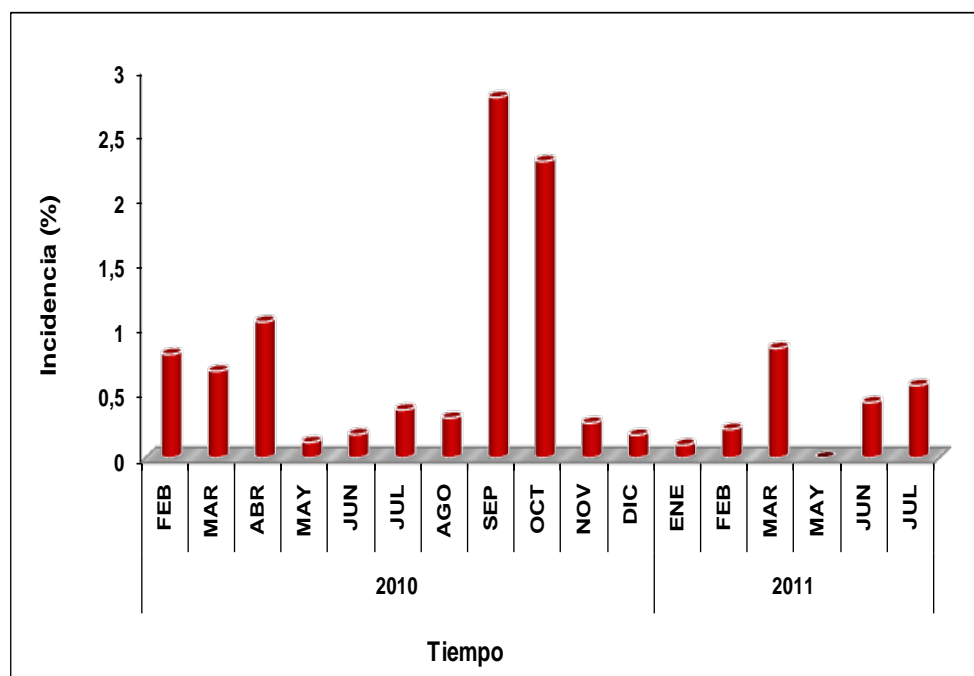


Figura 13:  
Incidencia de la moniliasis durante 17 meses de evaluación bajo las condiciones de EE-EI Choclino.

### 5.2.3 Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC).

La prueba de H para datos no paramétricos con los valores de AUDPC de 39 genotipos de cacao colección ICT y dos genotipos internacionales como testigo, indica que los valores de AUDPC provienen de poblaciones distintas. Los genotipos ICT-1026; ICT-1043; ICT-1087; ICT-1251; ICT-1411 y ICT-2505 obtuvieron cero como valores de AUDPC y promedio de rangos más bajo (32,5), estos resultados indican que los genotipos mencionados muestran resistencia bajo condiciones de infección natural (Cuadro 6), tres de ellos (ICT-1043; ICT-1087 y ICT-1251) resultaron también resistentes a la infección por *M. royeri* con infección artificial.



Los genotipos ICS-95; ICT-1026; ICT-1043; ICT- 1187; ICT- 1251; ICT- 1292; ICT- 1382; ICT-1414; ICT- 2161; ICT- 2165; ICT- 2174; ICT- 2315; ICT- 2504; ICT- 2821 y ICT- 2825 con AUDPC menor de 50 se comportaron como resistentes a la infección de *M. royeri*, así mismo los genotipos EET- 400; ICT-1176 y ICT- 2492 con AUDPC mayor de 90 se comportaron como susceptibles a la infección de *M. royeri*.



Cuadro 6. Prueba de H de Kruskal-Wallis para AUDPC obtenidos con datos de incidencia bajo condiciones de infección natural.

Genotipo	N	Medias	D.E.	Promedio de rangos	H	P
EET-400	3	940,99	762,29	97,5	33,82	0,4682
ICS-95	3	31,26	54,14	46,67		
ICT-1026	3	0	0	32,5		
ICT-1043	2	0	0	32,5		
ICT-1087	3	0	0	32,5		
ICT-1092	3	70,33	80,35	60,33		
ICT-1104	3	375	649,52	58		
ICT-1112	3	600	1039,23	60,33		
ICT-1176	3	428,34	390,17	94,17		
ICT-1182	3	74,07	128,3	51,67		
ICT-1187	2	100,49	142,12	59,25		
ICT-1189	2	51,72	73,15	54,25		
ICT-1251	3	0	0	32,5		
ICT-1281	3	318,22	380,98	75		
ICT-1292	3	46,28	80,15	48,67		
ICT-1382	3	22,73	39,36	45		
ICT-1414	3	0	0	32,5		
ICT-1506	3	170	294,45	55,67		
ICT-1561	3	141,33	161,17	68,67		
ICT-2142	3	150,73	130,62	71		
ICT-2152	3	449,4	724,94	70,33		
ICT-2161	3	11,11	19,25	43,33		
ICT-2163	3	66,02	57,75	61,33		
ICT-2165	3	64,58	111,86	50		
ICT-2171	3	600	687,39	81,83		
ICT-2172	3	724,73	1049,77	80,83		
ICT-2173	3	122,81	212,71	55		
ICT-2174	3	45,45	78,73	48,33		
ICT-2175	3	1682,09	2424,42	85,17		
ICT-2315	3	44,87	77,72	48		
ICT-2492	2	2008,1	2454,19	106,5		
ICT-2501	3	250	433,01	57		
ICT-2504	3	0	0	32,5		
ICT-2653	3	183,93	170,79	72,67		
ICT-2702	3	523,81	846,16	72,67		
ICT-2703	3	385,96	537,6	74,33		
ICT-2705	3	583,33	803,64	80,33		
ICT-2821	3	28,99	50,2	45,67		
ICT-2823	3	291,4	266,03	78,17		
ICT-2824	3	130,15	176,03	65,5		
ICT-2825	3	29,41	50,94	46		

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las diferencias significativas en índice de severidad externa (ISE) por infección artificial entre los genotipos evaluados indican variabilidad entre los genotipos evaluados. El coeficiente de variabilidad de severidad externa 15,52 % indica que los datos obtenidos de cada genotipo estuvieron distribuidos homogéneamente (Córdova, 2002).

El genotipo ICT-1506, obtuvo menor índice de severidad externa (ISE=0,5), comportamiento similar al del ICS-95 con (ISE=0,6). ICS-95 es un genotipo considerado resistente a la infección de *M. royeri* por Suarez y Aránzazu (2010) en Colombia, también Rivas (1997) y Ríos (2004) calificaron como resistentes a la moniliasis en Perú. Además, ICT-1506 y ICS-95 no mostró diferencias estadísticas significativas con 17 genotipos colección ICT (1182; 2821; 2824; 1092; 1176; 1251; 1112; 1187; 1292; 1043; 2171; 2172; 1561; 2823; 1087; 2163 y 2174) (ISE=0,7-1,6), indica que posiblemente sus fuentes de resistencia a la pre-penetración de estos genotipos provengan de parentales en común. Las lesiones pequeñas algunos como puntos aceitosos observados en estos genotipos indican la activación de los genes R y dependen de varios factores, entre los que se encuentran los climáticos como menciona Suarez y Aránzazu (2010). De ahí que el grado de resistencia va a depender de las características del sitio donde se encuentra el genotipo.

En los genotipos ICT-2173; ICT-1382; ICT-2705; ICT-2504; ICT-1281 y ICT-2152 con ISE entre 3,4 y 4,7 fueron observadas al menos cinco estadios

sintomatológicos como: puntos aceitosos, clorosis, necrosis de color marrón y formación de micelios (signo), síntomas típicos observados en genotipos susceptibles y estos resultados coinciden con lo descrito por Arévalo et al., (2004), Suarez y Aránzazu (2010) y Evans (1981). Sin embargo no se observó todos los síntomas en todos los genotipos. Estos resultados indican que no solo existe variación entre genotipos a la reacción con el patógeno, también a un determinado síntoma y su momento de aparición, es decir hay una tendencia de algunos genotipos a presentar un cuadro sintomatológico que incluye o excluye algunos síntomas, mencionado por Phillips – Mora (1986). La susceptibilidad de los frutos es inversamente proporcional a su edad, es decir que a mayor edad menor susceptibilidad como mencionan (Suarez y Aránzazu, 2010) y (Evans, 1981).

El ISI para calificar la reacción de un genotipo de cacao a la infección de *M. royeri*, permite estimar mejor la capacidad de daño que puede causar el hongo al afectar los granos (Phillips-Mora, 1986), además el ISE no permite identificar infecciones ocultas comúnmente observadas en el cacao (Evans, 1981).

El coeficiente de variabilidad de 19,47 % considera que los datos de cada genotipo se encuentran dentro del rango confiable (Córdova, 2002), mientras el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) explica que el 96 % de los datos del experimento se ajustan a una distribución normal, es decir el efecto de la infección artificial del patógeno sobre los genotipos han influenciado en un 96 %. Los genotipos de cacao colección ICT resistentes (2821; 1043; 1561; 1087; 1251; 1506; 1187; 1292; 1182; 1092; 2824; 1176; 2653; 2142; 2172; 1112; 2823

y 2163 con ISI entre 0,01 y 0,185, similares comportamientos al genotipo resistente ICS-95 usado como testigo. Reportes de Arguello (1997), Suarez y Aránzazu (2010), Rivas (1997) y Ríos (2004) clasificaron a ICS-95 como una fuente de resistencia a *M. roreri*.

Los genotipos colección ICT (2171; 2315; 1104; 2492; 1189; 1414; 2501; 2175; 2165; 2825; 2703 y 2152) con ISI = 1,26 y 1,8, se comportó como moderadamente resistentes, en estos genotipos la infección de *M. roreri* estuvo restringido al endocarpio y la presencia de necrosis interna fue menor, en este caso las almendras son aprovechables (hasta el 50 %) tal como menciona Rivas (1997) y Campuzano (1980); Arévalo *et al* (2004). Este comportamientos son típicos de la resistencia horizontal asociado a varios genes menores de resistencia como menciona Agrios (1985).

Los genotipos ICT-1281; ICT-2702; ICT-2174; ICT-2705; ICT-2173, ICT-1026 y ICT-1382 con ISI entre 2,91 – 3,66 se clasificado como moderadamente susceptibles a la infección de *M. roreri*. Infección en estos genotipos ésta acompañado de necrosis interna pero el daño no es muy severo, al menos el 10 a 20 % de las almendras son aprovechables como indica Rivas (1997) y Campuzano (1980).

Mientras la infección de *M. roreri* en los genotipos clasificados como susceptibles (ICT-2504 y ICT-2161) por sus valores altos de ISI (3,77 y 4,16, respetivamente), presentaron necrosis generalizado, comprometiendo tejidos internos y conduce a su descomposición, incluyendo a las almendras, ocasionando una pudrición

acuosa dentro de la mazorca tal como describe Campuzano (1980), Suarez y Aránzazu (2010). Sin embargo el genotipo EET-400 usado como testigo susceptible en este experimento fue clasificado como resistente a la infección de *M. royeri*, a este genotipo Sánchez (1995) y Rivas (1996) cuando evaluaron en Tingo María por infección artificial clasificaron como susceptible, también Ríos (2004) cuando evaluó en Tocache y Tingo María por infección natural y artificial, clasificó también como susceptible a la infección de *M. royeri*. Los resultados de trabajos de Arguello (1997) en Colombia reportó a EET-400 como resistente. Estos resultados opuestos posiblemente se deba a la resistencia multigenica o horizontal del cacao, Suarez y Aránzazu (2010) menciona que la expresión o repuesta de los genes R de resistencia depende de varios factores, entre los que se encuentran los climáticos. También el grado de expresión de la resistencia va a depender de las características del sitio donde se encuentre el genotipo (Suarez y Aránzazu, 2010; Balasimha, 2011).

Los genotipos de cacao colección ICT, fueron clasificadas como: resistentes, moderadamente resistentes, moderadamente susceptibles y susceptibles según la escala desarrollada por Phillips *et al* (2005); clasificación basada principalmente en la severidad interna, dado que esta variable es la que determina mejor la capacidad de daño que puede causar el hongo a las almendras como indican Phillips-Mora (1986).

Los genotipos de cacao colección ICT (2821; 1043; 1561; 1087; 1251; 1506; 1187; 1292; 1182; 1092; 2824; 1176; 2653; 2142; 2172; 1112; 2823 y 2163) clasificados como resistentes, con severidad interna menor a 1 y también la



severidad externa fueron bajas (grado 2 como máximo). En estos genotipos por lo general, el síntoma característico, son la formación de islas verdes alrededor de los puntos aceitosos. En estos casos, la infección se circunscribe a la cascara de la mazorca y algunos comprometen al endocarpio con pequeños puntos necróticos síntoma típico de reacción de hipersensibilidad mencionado por Suarez y Aránzazu (2010), y no afecta las almendras de cacao, pudiendo ser aprovechables hasta en un 100 % como menciona Hernández (1991).

Mientras los genotipos susceptibles mostraron severidad interna y externa más altas, los síntomas externos con frecuencia fueron manchas pardas y sobre estas se producen los signos del patógeno, y se caracteriza por un micelio de color blanquecino según Enríquez (1983). Los tejidos internos de las mazorcas son sustituidos por sustancia acuosa o gelatinosa, razón por la cual esta enfermedad también es conocida y denominada como pudrición acuosa de los frutos descrito por Suarez y Aránzazu (2010).

En la EE-El Choclino las condiciones medioambientales fueron favorables para la infección *M. roreri*. Durante el periodo de las evaluaciones la temperatura fue de 25,4 °C y con 80,1 % de humedad relativa, estos datos se encuentran dentro del rango óptimo para la infección de *M. roreri* tal como indican ICT (2004), Evans (1981), Suarez y Aránzazu (2010) y Rodríguez *et al* (2005). Mientras la precipitación acumulada de 883,8 mm también se encuentra dentro del rango óptimo requerido para la infección de *M. roreri* mencionado por Phillips- Mora (2003). Las condiciones medio ambientales favorables para la infección de *M. roreri* estuvieron distribuidas en dos estaciones definidas. La primera de enero a

mayo del 2010, una segunda entre agosto del 2010 a febrero del 2011. En ambas estaciones la temperatura promedio fue de 26,2 °C, HR fue mayor a 80 % y PP alta, este comportamiento estacional coinciden con lo mencionado por Arévalo *et al* (2004). La HR tuvo comportamiento similar al de PP, los meses con mayor PP coinciden con los meses más húmedos. Mientras la temperatura tuvo comportamiento diferente a las variables antes mencionadas. Sin embargo la temperatura y humedad relativa favorecieron la intensidad y frecuencia de la incidencia coincidiendo con lo mencionado por Barros (1977). Según descripción de Suárez (1972), *M. roreri* infecta frutos de cacao en cualquier estado de desarrollo, producidos únicamente por conidias, para la germinación e infección exitosa, las conidias requieren de agua (Brenes, 1983).

La incidencia de la moniliasis se manifiesta con diferentes síntomas según la edad en que se encuentre el fruto Evans (1981) y Suarez y Aránzazu (2010). El patógeno causante de la moniliasis sobre la mazorca de cacao produce millones de esporas, que se multiplican rápidamente cuando las condiciones medioambientales son favorables, aumentando su agresividad. Los meses de febrero, marzo y abril las condiciones medioambientales fueron favorables para la infección de *M. roreri* con temperatura de 25 °C, HR estuvo por encima 80 % tal como indican Evans, (1981) y Rodríguez *et al*, (2005), mientras la precipitación acumulada del mes fue de 322,2 mm.

La mayor incidencia de moniliasis se obtuvo en los meses de setiembre y octubre con 2,78 % y 2,29 %. Esto indica que las condiciones medioambientales para la

infección en junio, julio y agosto fueron favorables y también los frutos fueron susceptibles (presencia de frutos jóvenes). También entre febrero y abril la incidencia fueron altas con 0,8 %; 0,67 % y 1,05 % respetivamente, periodo donde las condiciones medioambientales fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad, con temperatura promedio de 26,2 °C y HR de 82,6 % como menciona Arévalo *et al* (2004), Evans (1981), Suárez y Aránzazu (2010) y Rodríguez *et al* (2005). Mientras el 2011 la incidencia fue mayor en marzo, favorecido por la HR (80,6 %) con temperatura alrededor del 24 °C (Arévalo *et al* 2004; Evans, 1981; Suarez y Aránzazu, 2010 y Rodríguez *et al*, 2005). Las condiciones que favorecen la germinación y penetración monilisis, son en algunos casos diferentes de las que favorecen la liberación y diseminación del inóculo. Tal como indica Porras (1982).

Los genotipos ICS-95; ICT-1043; ICT-1187; ICT- 1251; ICT- 1292; ICT- 2821 concedieron en cuanto a su reacción tanto con inóculo artificial y natural, estos genotipos fueron clasificados como resistentes por su índice de severidad interna (ISI). Así mismo los genotipos EET-400; ICT-1176 y ICT-2492 con área bajo la curva de progreso (AUDPC) mayor de 90 tienen comportamiento como susceptibles a la infección natural de *M. royeri*. Mientras EET-400 se comporto como susceptible coincidiendo con lo reportado por (Rivas, 1997 y Ríos, 2004).

## VII. CONCLUSIONES

- La reacción de los genotipos de cacao colección ICT a la infección artificial de *M. royeri* mostraron variabilidad significativa, siendo los genotipos ICT: 1506; 1182, 2821; 2824; 1092; 1176; 1251; 1112; 1187; 1292; 1043; 2171; 2172; 1561; 2823; 1087; 2163 y 2174 con valores de ISE (0,5 – 1,6) significativamente más bajos, agrupados dentro del grado cero (mazorca sana) y grado uno (puntos aceitosos).
- Los genotipos ICT: 2821; 1043; 1561; 1087; 1251; 1506; 1187; 1292; 1182; 1092; 2824; 1176; 2653; 2142; 2172; 1112; 2823 y 2163, muestran variabilidad significativa en su reacción a la pos-infección con índice de severidad interna (ISI) más bajos (0,01 y 0,185) y clasificados como resistentes. En estos genotipos la infección de *M. royeri* estuvo restringida al endocarpio de las mazorcas.
- Según la escala de clasificación de Phillips et al, (2005). para ISI, 18 genotipos fueron agrupados como resistentes, 12 como moderadamente resistentes, siete como moderadamente susceptibles y dos susceptibles.
- Los genotipos ICT: 2821; 1043; 1561; 1087; 1251; 1506; 1187; 1292; 1182; 1092; 2824; 1176; 2653; 2142; 2172; 1112; 2823 y 2163, obtuvieron índice de severidad externa (ISE) e índice de severidad interna (ISI) más bajos, estos genotipos podrían ser usados como fuentes de resistencia.
- Las condiciones medioambientales fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad favorecida por la temperatura (25,4 °C) y humedad relativa (80,1

%) principalmente, y fueron más favorables en setiembre y octubre donde se registraron incidencias más altas para las condiciones de infección natural.

- Según la prueba de H para datos no paramétricos con valores de AUDPC, indica que estos valores provienen de poblaciones distintas, y los genotipos ICT: 1026; 1043; 1087; 1251; 1411 y 2505 obtuvieron cero como valores de AUDPC y promedio de rangos más bajo (32,5).
- Los genotipos ICT: 1043; 1187; 1251; 1292 y 2821 mostraron mejor respuesta al inhibir la infección natural y artificial de *M royeri*.



## VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los genotipos de colección ICT que mostraron resistencia a *M. roreri*, deben ser reevaluados para confirmar este resultado y también deben ser evaluados con *M. perniciosa* y *P. palmivora*, también enfermedades importantes en el cultivo de cacao. Debido a que estas tres enfermedades reducen significativamente la producción del cacao a nivel mundial.
- Se debe continuar evaluando los genotipos de colección ICT clasificados como resistentes, en diferentes zonas cacaoteras para determinar su adaptación y su reacción a *M. roreri*.
- Se recomienda que la utilización de genotipos resistentes como alternativa promisorio para el control a largo plazo de la moniliasis. Por ello, es necesario seguir trabajando en la selección de materiales resistentes, tomando como referencia el clon ISC-95, con el objeto de introducir estos materiales en programas de mejoramiento.
- Se debe promover la siembra de los genotipos promisorios de colección ICT que se comportaron resistentes a la infección artificial a moniliasis en las zonas cacaoteras como: Tocache - Juanjui – Saposo y al mismo seguir evaluando su comportamiento agronómico.



## IX. BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G.N. 1985. Fitopatología. Trad. De la ed. Inglesa por Manuel Gusman Ortiz. Mexico, Limusa.48 – 136.
- AIME, M.C.; and Phillips- Mora,W. 2005. The causal agents of witches broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form am new lineage of Marasmiceae. Mycologia 97:1012- 1022.
- ARANZAZU, F. 1982. La moniliasias del cacao. Tercera reunión del comité consultivo de sanidad vegetal. Caracas 22 – 26 de noviembre de 1982. p32.
- ARANZAZU, F. 1988. Comportamiento de los frutos de cacao afectados por monilia dejados sobre el suelo. In: Internacional Cocoa Research Conference, 10 Proceedings. Cocoa producer Alliance, pp. 457-460.
- ARANZAZU, F; MARTINEZ, N; PALENCIA, G ; CORONADO, R Y RINCON , D. 2009. Manejo de recurso genético para incrementar la producción y productividad del sistema del cacao de Colombia. Unión temporal Cacao de Colombia. FEDECACAO.
- ARÉVALO, E. 1992. Estudio de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* (Cif &Par) Evans et al en la Selva Norte del Perú. Tesis M. Sc. Escuela de Graduados de la Universidad Nacional Agraria de la Molina. Lima, Perú. 93p.
- AREVALO, E; ZUÑIGA, L; AREVALO, C y ADRIANZOLA, J, 2004. Manejo Integrado del Cultivo y Transferencia de Tecnología en la Amazonia Peruana, Cacao. Tarapoto – Perú 99-100.

- AREVALO Y ORTIZ, 2005. Selección de plantas de cacao resistentes a la moniliasis usando savia del floema y fluidos embrionicos de frutos jóvenes. Manejo integrado de plagas y agroecología. Costa Rica.
- ARÉVALO, E; LEÓN, BETSABET; MÁRQUEZ, K; BAILEY, B; CAYOTOPA, J. 2010. Biocontrol potencial de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* con aislamientos de *Trichoderma* endófito de cacao in vitro. Resúmenes XXI Congreso Peruano de Fitopatología, Tarapoto.
- ARGELLO, O. 1997. Evaluación de materiales de cacao por resistencia a *Moniliophthora roreri* en Santander. Tercer Seminario Técnico de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Bucaramanga, Colombia. 74 – 84.
- Asociación Peruana de Productores De Cacao – **APPCACAO**. 2011 <http://cacaoperuano.pe/>. (Lima, 18 de setiembre de 2011)
- BALASIMHA, D. 2011. Towards understanding the physiology of cocoa (*Theobroma cacao* L.). Journal of Plantation Crops. 39 (1): 1 – 10.
- BARROS, O. 1966. Valor de las prácticas culturales como método para reducir la incidencia de monilia en plantaciones de cacao. Agricultura tropical. Colombia.
- BARROS, O. 1977. Investigaciones sobre el hongo *Moniliophthora roreri* Cif. & Par., causante de la pudrición acuosa de las mazorcas del cacao, sus daños y su control. El Cacaotero Colombiano 3:42-52.
- BARROS, O. 1982. Historia de la moniliasis y sus repercusiones en los países productores de cacao en sur América. In Enríquez, G.A., ed. La moniliasis de cacao: comprendió. CATIE. Serie técnica. Informe técnico. no.28 14-17p.

- BRENES, E. 1983. Evaluación de la resistencia a *Monilia roreri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto en cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 60 p. (Corpoica).
- CAMPUZANO, H. 1980. La moniliasis del cacao. Cacaoteros Colombia. No.13. 21-24p.
- CARDENAS, F. y GIRALDO, J. 1986. Evaluación de la respuesta de algunos cultivares de cacao (*theobroma cacao*) a *Moniliophthora roreri* mediante dos métodos de inoculación en frutos y en semillas en estado radicular. Tesis Ing. Agr. Universidad de caldas, Colombia.
- CORDOVA, M. 2002. Estadística inferencial, segunda edición, Moshera S.R.L. Lima – Perú.
- CUATRECASAS, J. 1964. Cacao and its allies, taxonomic revision of the genus *Theobroma* contributions from the United States National Herbarium.
- DELGADO, C y SUAREZ, C. 1993. Moniliasis del cacao. FUNDAGRO-INIAP. (Documento técnico 10). 18p.
- DESROSIERS, R; VON BUCHWALD, A & , BOLAÑOS, C. 1955. Effect of rainfall on the incidence of *Monilia* pod rot in Ecuador, FAO Plant Protection Bulletin. 3: 161 – 164.
- DOMÍNGUEZ, C. 2007. [http://www.eltiempo.com/economia/tierrasyganados/2007-05-19/articulo-web-nota\\_interior-3562266.html](http://www.eltiempo.com/economia/tierrasyganados/2007-05-19/articulo-web-nota_interior-3562266.html).
- ENRIQUEZ, A. y SORIA, J. 1978. *Monilia* disease of cocoa in Costa Rica. Turrialba.
- ENRIQUEZ, A. 1983. El cultivo de cacao. Turrialba, Costa Rica.

- ENRÍQUEZ, G y SUÁREZ, C. 1978. Monilia disease of cacao in Costa Rica. Turrialba 28(5): 339-340.
- EVANS, C. 1981. Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora (Monilia) roreri* . phytopathological Papers 24: 1-44.
- Evans, C. and Prior, C. 1987. Cocoa pod diseases: causal agents and control. Outlook on Agriculture 16: 35-41.
- FAO.2009. Food and Agriculture Organization, <http://faostat.fao.org>. Rome.
- FHIA, APROCACAO y PROMOSTA. 2003 Identificación y control de la Moniliasis del cacao. Proyecto control de la moniliasis, La Lima, Cortés, Honduras, C.A. 2, 7,8 y 15p.
- FLORES, D y GALINDO, J. 1998. Estudio de la germinación de conidios de *Moniliophthora roreri* en mazorcas de cacao. XXVIII Reunión Anual. Sociedad Americana de Fitopatología. División Caribe. San Andrés, Colombia. 14-17 Septiembre. Resúmenes.
- FRANCO, T. 1958. Transmisión de la moniliasis del cacao por el Mecistorrhinos Tripteris F. In Conferencia Interamericana del cacao, Palmira, Colombia. Informe. Bogotá, División de Investigación Agropecuarias. 130-136p.
- FUELL, D. 2003. Perú Cocoa production and outlook 2003. Foreign Agricultural Service GAIN Report #PE3006, USDA.
- GALINDO,J. y AREVALO, E. 1984. Estrategias para el combate de la moniliasis del cacao. CATIE; Turrialba, costa rica.p30.
- HERNANDEZ, A; ARANZAZU, F; AREVALO, E; & RIOS, R. 1990. La moniliasis del cacao en el Perú. Agrotrópico 2: 56-58.

- HERNANDEZ, T. 1991. CACAO. Sistema de producción en la Amazonia Peruana. Proyecto de Promoción Agroindustrial AD/ PER/86//459 UNFDAC-PNUD/OSP. Tingo María. Perú.
- HERNANDEZ, .T; RIOS, R y AREVALO, E . 1996. Moniliasis del cacao; detección y Distribución y control en el Perú. Proyecto AD/PER/759. UNDC-OSP. 30p.
- IICO. (Organización Internacional del Cacao). 2003. Resumen Estadístico. (Boletín del Cacao GB 21).
- JORGENSEN, H. 1970. Monilia pod rot in Ecuador. Cacao (Costa Rica) 15:4-13.
- LEÓN, J. 2000. Botánica de los Cultivos Tropicales. Tercera edición. Costa Rica, San José, IICA. 678p.
- LÓPEZ, G y ENRÍQUEZ, V. 1980. Presencia de *Monilia roreri* Cif et Par. en el cacao, *Theobroma cacao* L. en la frontera de Costa Rica-Nicaragua. Managua, Nicaragua: Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Laboratorio de Fitopatología. 150 p.
- LÓPEZ, P; DELGADO, V; ASPEITIA, A & LÓPEZ, J. 1996. Manual de Producción del Cultivo de Cacao en Tabasco: Rehabilitación y Renovación. Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias "Campo Experimental Huimanguillo". Folleto Técnico. p. 17–21.
- MÁRQUEZ, K; BAILEY B; ARÉVALO, E; STREAM M; Y SAMUELS, J. 2010. Antibiosis de *Clonostachys* spp endófito contra los principales patógenos del cacao. Resúmenes XXI Congreso Peruano de Fitopatología, Tarapoto.
- MCLAUGHLIN, H. 1950. Observation on cacao in Perú. Cacao information bulletin 2: 3-4.

- MELGAREJO T. 1997. Selección de genotipos de cacao. Resumen, XVII Congreso de fitopatología, Pucallpa- Perú.
- MELGAR Y DUEÑAS, (2007); resultados de evaluación de la reacción de germoplasma de cacao a la moniliasis en Honduras por medio de inoculación artificial. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, programa de cacao y agropecuaria. La Lima, Cortés, Honduras.
- MERCHAN, M. 1981. Avances en la investigación de la moniliasis del cacao en Colombia. El cacaotero Colombiano 16: 26-41.
- MULLER, A. 1941. El reconocimiento de las enfermedades de las plantas cultivadas de Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales.
- NAJAR Y THOMAS, 2001. El efecto de los microorganismos eficaces en la supresión del hongo *Moniliophthora roreri* bajo condiciones de laboratorio y campo con inoculación artificial. Guácimo, Costa Rica. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomos. 50p.
- ORELLANA, G. 1956. La moniliasis y otras enfermedades del cacao en el este de Panamá. Boletín Fitosanitario de la FAO 4:168-169.
- PAREDES, M, 2003. Manual del cultivo de Cacao. Programa para el desarrollo de la Amazonia. Ministerio de Agricultura 40-41.
- PEREIRA, J. 2000. Perspectivas para el Control de las Enfermedades del Cacao. I Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. p 93-109.
- PHILLIPS, W. 1986. Reacción de cultivares de cacao a la inoculación con *Monilia roreri*. Tesis. Msc. Turrialba, UCR - CATIE. 100p.
- PHILLIPS-MORA; W. 2003. Origin, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the cacao (*Theobroma cacao* L.) fungus *Moniliophthora roreri* (Cif)



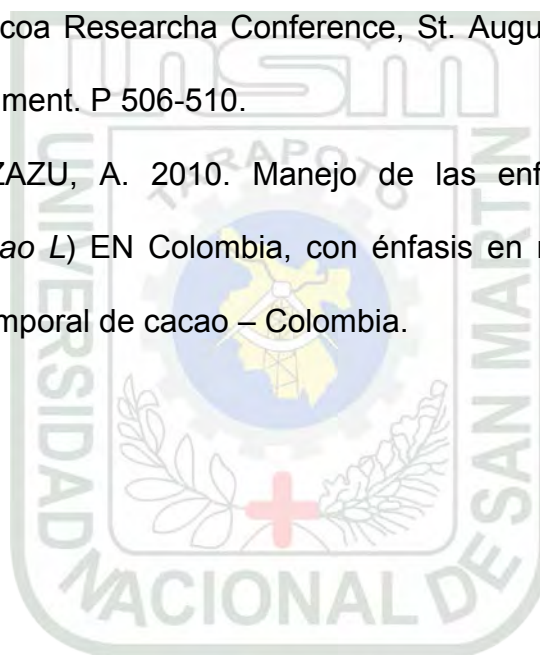
- Evans et al.* as determined using molecular, phytopathological and morpho-physiological evidence. Ph.D.Thesis. University of Reading, UK 349p.
- PHILLIPS-MORA, W., CASTILLO,J., KRAUSS, U., RODRIGUEZ, E., and WILKINSON, J. 2005. Evaluation of cacao (*Theobroma cacao* L.) clones against seven Colombian isolates of *Moniliophthora roreri* from four pathogen genetic groups. Plant pathology 54: 483-490.
- PHILLIPS-MORA,W., COUTIÑO, A., ORTIZ, C.F., LOPEZ, A.P., HERNANDEZ, J., and AIME, M.C. 2006a. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot (moniliasis disease) of cocoa in Mexico. Plant Pathology 55: 584.
- PHILLIPS-MORA, W., CAWICH,J., GAMETT, W., and AIME, M.C. 2006b. First report of frosty pod rot (moniliasis disease) caused by *Moniliophthora roreri* on cacao in Belize. Plant Pathology 55: 584.
- PHILLIPS-MORA, W., and WILKINSON, M. J. 2007. Frosty pod of cacao: A disease with a limited geographic range but unlimited potential for damage. Phytopathology 97: 1644-1647.
- PORRAS, H, 1982. Epitiologia de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao y su relación con la producción del árbol en la zona de Matina. Tesis. ing. Agr. San José. Universidad de Costa Rica. Facultad de agronomía.51p.
- PORRAS, V. Y GONZÁLEZ, C. 1984. Liberación de conidios de monilia roreri de frutos enfermos de cacao dejados en el árbol. Fitopatología, Costa Rica, Catie.
- PORRAS,V y SANCHEZ, J. 1991. Enfermedades de cacao. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. La Lima, Cortés, Honduras.

- PORRAS, H and ENRIQUEZ, G. 1998. Spread of monilia pod rot of cocoa through Central America. IICA, San Jose, Costa Rica. 20p.
- PURDY, H., AND SCHMIDT, R. A. 1996. Status of cacao witches' broom: biology, epidemiology, and management. Annu. Rev. Phytopathol. 34: 573-594.
- RAM, A.1989. Biology, Epidemiology and control of Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) of Cacao Imperial College. University of London. UK.
- RODRÍGUEZ, E; MUJICA, J y CUBILLOS, G. 2005. Manejo Integrado de la Moniliasis en el cultivo de Cacao. Bucaramanga, Boletín Técnico. Colombia. Corpoica. 5-11p.
- RIOS, A. 2004.Epidemiologia e manejo da Monilíase do cacaueiro no Perú. Universidad Federal de Vicosa. Vicosa Minas Gerais- Brasil.
- RIVAS, A. 1997. Reacción de algunos cultivares introducidos de cacao (*theobroma cacao* L) a la inoculación artificial con (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) Evans et al. En cacao en Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María. Tingo María – Perú.
- RORER, B. 1918. Enfermedades y plagas del cacao en Ecuador y métodos modernos apropiados al cultivo de cacao. Guayaquil, Ecuador. Asociación de Agricultores, pp. 17-40.
- SANCHEZ J. 1982. Reacción de cultivares de cacao a la inoculación artificial con *Monilia roreri*. Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), M.sc. Tesis. 55p.
- SANCHEZ, G. 1995. Reacción de frutos de cacao a la infección de *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) Evans, et al. Tesis. Ing. Agr. Universidad Agraria de la selva. Tingo María. Peru.60p.

SORIA, J. 2004. Breve Historia del Cultivo de Cacao en el Ecuador. Consultado el 12 de febrero, en línea com <http://www.sica.gov.ec/cadenas/caco/docs/historia%20cacai.hat>.

SUAREZ; C: 1972. Mecanismo de penetración y proceso de infección de *Moniliophthora roreri* Cif. & Par. En frutos de cacao (*Theobroma cacao* L). In International Cocoa Research Conference, St. Augustine, 4<sup>a</sup>., Trinidad and Tobago, Government. P 506-510.

SUAREZ, J Y ARANZAZU, A. 2010. Manejo de las enfermedades del cacao (*theobroma cacao* L) EN Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). Unión temporal de cacao – Colombia.



## X. RESUMEN

El Perú, son escasos los trabajos orientados a la selección de genotipos con resistencia a la moniliasis y otras enfermedades, sin embargo, en los últimos años se hicieron trabajos de colección de cacao en cuencas del Ucayali y Huallaga, para seleccionar genotipos promisorios de cacao colección ICT con niveles superiores de resistencia a *M. royeri*. Los genotipos fueron evaluados, mediante infección artificial y bajo condiciones de infección natural en la EE-EI Choclino, manejado bajo el sistema tradicional (TS). Para Inoculación Artificial se inoculo el patógeno en frutos de tres meses de edad obtenidas por polinización controlada, después de ocho semanas de inoculado fueron evaluados la severidad externa (SE) y interna (SI) del fruto. los genotipos ICT- 2161 y ICT- 2504 fueron calificados como susceptibles ( $ISI > 3,76$ ), ICT-1281; ICT-2702; ICT-2174; ICT-2705; ICT-2173; ICT-1026 y ICT-1382 moderadamente susceptible ( $3,75 > ISI > 2,51$ ) y ICT-2171; ICT-2315; ICT-1104; ICT-2492; ICT-1189; CT-1414; ICT-2501; ICT-2175; ICT-2165; ICT-2825; ICT-2703 y ICT-2152 moderadamente resistente ( $2,51 > ISI > 1,25$ ). Mientras los genotipos ICT- 2821; ICT-1043; ICT-1561; ICT-1087; ICT-1251; ICT-1506; ICT-1187; ICT-1292; ICT- 1182; ICT-1092; ICT-2824; ICT-1176; ICT-2653; ICT-2142; ICT-2172; ICT-1112; ICT- 2823 y ICT-2163 se clasificaron como resistentes ( $1,25 > ISI > 0,0$ ). Para Infección Natural las evaluaciones de moniliasis fue cada 30 días. Se calculo la incidencia y el AUDPC. Los genotipos ICT- 1026; ICT- 1043; ICT- 1187; ICT- 1251; ICT- 1292; ICT- 1382; ICT- 1414; ICT- 2161; ICT- 2165; ICT- 2174; ICT- 2315; ICT- 2504; ICT- 2821 y ICT- 2825 con AUDPC  $< 50$ , mostraron resistencia a *M. royeri*. Mientras los genotipos ICT-1043, ICT-1187, ICT- 1251, ICT- 1292, ICT- 2821 se clasificaron como resistentes a la infección de *M. royeri* tanto para inóculo artificial y natural.

## XI. SUMMARY

In Peru, very few studies have focused on the selection of genotypes with resistance to frosty pod and other diseases, however, in recent years did work cocoa collection basin of the Ucayali and Huallaga, to select promising genotypes of cacao collection ICT with higher levels of resistance to *M. roreri*. The genotypes were evaluated by artificial infection under natural infection conditions in the U.S.-The Choclino, managed under the traditional system (TS). Artificial inoculation inoculum for the pathogen in fruits of three months of age obtained by controlled pollination, eight weeks after inoculation were evaluated external severity (ES) and internal (SI) of the fruit. genotypes and ICT- 2161 y ICT- 2504 were classified as susceptible ( $ISI > 3,76$ ), ICT-1281; ICT-2702; ICT-2174; ICT-2705; ICT-2173; ICT-1026 and ICT-1382 moderately susceptible ( $3,75 > ISI > 2,51$ ) and ICT-2171; ICT-2315; ICT-1104; ICT-2492; ICT-1189; CT-1414; ICT-2501; ICT-2175; ICT-2165; ICT-2825; ICT-2703 and ICT-2152 moderately resistant ( $2,51 > ISI > 1,25$ ). genotypes while ICT-2821; ICT-1043; ICT-1561; ICT-1087; ICT-1251; ICT-1506; ICT-1187; ICT-1292; ICT-1182; ICT-1092; ICT-2824; ICT-1176; ICT-2653; ICT-2142; ICT-2172; ICT-1112; ICT-2823 and ICT-2163 were classified as resistant ( $1,25 > ISI > 0,0$ ). For Natural infection was moniliasis assessments every 30 days. We calculated the incidence and AUDPC. genotypes ICT- 1026; ICT- 1043; ICT- 1187; ICT- 1251; ICT- 1292; ICT- 1382; ICT-1414; ICT- 2161; ICT- 2165; ICT- 2174; ICT- 2315; ICT- 2504; ICT- 2821 and ICT-2825 with AUDPC  $< 50$ , showed resistance to *M. roreri*. While genotypes, ICT-1043, ICT-1187, ICT- 1251, ICT- 1292, ICT- 2821 were classified as resistant to infection with *M. roreri* both artificial and natural inoculum.